



---

**TUGAS AKHIR - MN141581**

**DESAIN *SEMI-SUBMARINE* UNTUK KAPAL WISATA  
PULAU PISANG, LAMPUNG**

**HIDDALI KAISAR KARNAIN**  
**NRP. 4110 100 085**

Dosen Pembimbing  
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN**  
**Fakultas Teknologi Kelautan**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya**  
**2015**



---

**FINAL PROJECT - MN141581**

**SEMI-SUBMARINE DESIGN FOR TOURISM SHIP  
AT PISANG ISLAND, LAMPUNG**

**HIDDALI KAISAR KARNAIN**  
NRP. 4110 100 085

Supervisor  
Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING**  
Faculty of Marine Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2015

# LEMBAR PENGESAHAN

## DESAIN SEMI-SUBMARINE UNTUK KAPAL WISATA PULAU PISANG, LAMPUNG

### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan - Desain Kapal  
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**HIDDALI KAISAR KARNAIN**  
NRP. 4110 100 085

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:



**Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc**  
NIP. 1968212 199402 2 001

**SURABAYA, JULI 2015**



## LEMBAR REVISI

### DESAIN *SEMI-SUBMARINE* UNTUK KAPAL WISATA PULAU PISANG, LAMPUNG

#### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 03 Juli 2015

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal  
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**HIDDALI KAISAR KARNAIN**  
NRP. 4110 100 085

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
2. Ir. Digul Siswanto, M.Sc.
3. Totok Yulianto, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

SURABAYA, JULI 2015

## **DESAIN *SEMI-SUBMARINE* UNTUK KAPAL WISATA PULAU PISANG, LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : Hiddali Kaisar Karnain  
NRP : 4110 100 085  
Jurusan / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

### **ABSTRAK**

Adanya fasilitas pendukung menjadi alasan wisatawan untuk berkunjung ke daerah tempat wisata. Indonesia yang merupakan negara kepulauan sebenarnya masih banyak memiliki daerah yang harus lebih dikembangkan dalam bagian pariwisata, seperti salah satunya adalah Pulau Pisang, Lampung. Pulau Pisang yang memiliki potensi cukup besar sebagai salah satu objek wisata bahari sedang mengalami tren positif di bidang pariwisata bahari di Lampung. Keindahan terumbu karang dan perairannya yang sering dilewati oleh kawanan Lumba-Lumba menjadi primadona sendiri bagi wisatawan yang berkunjung kesana. Untuk lebih meningkatkan wisatawan yang berkunjung perlu adanya tambahan fasilitas wisata berupa kapal *Semi-Submarine*. *Semi-Submarine* berupa kapal dengan terdapat ruang dibawah lambung kapal yang di lapisi jendela tebal tembus pandang untuk menikmati pemandangan bawah laut. Di dalam Tugas Akhir ini akan dibahas tentang mencari ukuran dan pemilihan jendela yang layak untuk *Semi-Submarine*. Dengan menggunakan data dari wisatawan yang telah berkunjung tentang Pulau Pisang nantinya bisa menentukan jumlah *payload*. Setelah didapatkan jumlah *payload* akan dicari nilai *deadweight* dan penentuan ukuran utama *Semi-Submarine*. Kemudian dengan ukuran utama tersebut dilakukan perhitungan teknis untuk mendesain Rencana Garis, Rencana Umum, dan Tiga Dimensi dari *Semi-Submarine*. Dalam pemilihan jendela bawah air akan dibandingkan antara material berbahan kaca dan *acrylic*. Desain *Semi-Submarine* ini diharapkan dapat menambah nilai jual Pulau Pisang sebagai sarana pariwisata di Lampung. Dan pada akhirnya didapatkan kapal dengan *payload* 16 orang penumpang beserta 2 orang *crew*, serta dengan ukuran utama L : 8,870 m; B: 3,618 m; H: 2,85 m; T: 1,65 m; dengan rute di bagian utara perairan Pulau Pisang dan menggunakan bahan *acrylic* untuk jendela bawah air.

Kata kunci: *semi-submarine*, *acrylic*, Pulau Pisang, Lampung

## **SEMI-SUBMARINE DESIGN FOR TOURISM SHIP AT PISANG ISLAND, LAMPUNG**

Name of Student : Hiddali Kaisar Karnain  
NRP : 4110 100 085  
Department/Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology  
Supervisors : Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

### **ABSTRACT**

The existence of sustainable facilities has become a major reason for tourist to visit several destination. Indonesia which is an archipelago that apparently possesses many places urges to be developed in particular for tourism aspect, such as Pulau Pisang in Lampung. Pulau Pisang has a huge potential for being one of marine tourism destinations which is now occurring a positive trend in Lampung relating to it. Coral and sea sceneries which have been passed frequently by dolphin's flocks as it becomes the most beautiful attraction for any tourist when they come to visit. In order to improve the number of tourists coming by, it is necessary to build a special facility that comes in a shape of Semi-Submarine vessel. Semi-Submarine is a vessel that has compartments constructed just under ship's hull covered by thick and transparent windows as in purpose to experience underwater views. This Final Project will explain on how to determine the size and to choose decent windows for Semi-Submarine. By using Pulau Pisang's data which is subsequently used to define payload, then is proceeded to calculate deadweight and main dimension of Semi-Submarine consecutively. Following by that, main dimension given is calculated technically to devise Lines Plan, General Arrangement, and 3 Dimension drawing of Semi-Submarine. Upon windows's selection there will be a comparison between glass and acrylic material. As a consequence, design of Semi-Submarine is intended to address profitable value in Pulau Pisang for being a tourism facility in Lampung. Eventually, a special vessel with payload of 16 persons including 2 crews and main dimension of L : 8,870 m; B: 3,618 m; H: 2,85 m; T: 1,65 m; with north region of Pulau Pisang water for route and use acrylic material for underwater window.

*Keywords*-Semi-Submarine, acrylic, Pulau Pisang, Lampung

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas karunia-Nya Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ibu Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc. selaku dosen pembimbing dan dosen wali yang telah meluangkan waktu dan ilmu untuk membimbing penulis serta memberikan arahan dan masukan selama perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir.
2. Bapak Prof. Ir. I Ketut Aria Pria Utama, M.Sc, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan.
3. Keluarga Zurita yang sangat saya sayangi dan banggakan yaitu Bapak Zulkarnain dan Ibu Mairita di Padang, Bang Yadi, Bang Ilham, dan Delia yang selalu memberikan motivasi, doa, dan dukungan secara moril dan materil selama saya berkuliah di sini.
4. Keluarga mertua dari Bang Ilham, Alm. Bapak Warsito, Ibuk Sri Warsito, dan Ni Tines yang senantiasa memberikan dukungan secara moril dan materil untuk saya selama 2 tahun terakhir ini di Surabaya.
5. Sahabat-sahabat seperjuangan dari Padang yang sejak awal kuliah di Surabaya, Yuda, Tomi, Cuba, yang selalu memberikan motivasi dan hiburan selama berkuliah disini.
6. Semua teman-teman HIMATEKPAL terkhusus sahabat P-50 (CAPTAIN) yang menjadi keluarga penulis selama di Surabaya.
7. Teman-teman istana dan persemakmurannya, Aziz, Anam, Gigih, Danas, Muklis, Asyrof, Munir, Baadillah, Anca, Saijo, Mas Dimas, yang selalu membantu dan menghibur selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman JTC dan persemakmurannya, Ozzy, Adi, Idam, Dicky, Firman, Yasir, Riki, Indra, Galung yang senantiasa membantu dan memberikan hiburan di sela pengerjaan Tugas Akhir.
9. Dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat untuk memajukan pariwisata Indonesia dan mensejahterahkan rakyat, Ammin.

Surabaya, Juni 2015

Hiddali Kaisar Karnain

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR REVISI .....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
Bab I PENDAHULUAN .....	1
I.1. Latar Belakang Masalah .....	1
I.2. Perumusan Masalah .....	3
I.3. Batasan Masalah .....	3
I.4. Maksud dan tujuan .....	3
I.5. Manfaat .....	3
I.6. Hipotesis .....	3
I.7. Sistematika Laporan .....	4
Bab II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
II.1. Gambaran Umum .....	5
II.2. Semi-Submarine .....	5
II.2.1. Pengertian Umum .....	5
II.2.2. Jendela Bawah Air .....	6
II.3. Proses Desain .....	8
II.3.1. Concept Design .....	9
II.3.2. Preliminary Design .....	10
II.3.3. Contract Design .....	10
II.3.4. Detail Design .....	11
II.4. Metode Perancangan Kapal .....	11
II.4.1. Parent Design Approach .....	11



II.4.2.	Trend Curve Approach .....	12
II.4.3.	Iteratif Design Approach.....	12
II.4.4.	Parametric Design Approach.....	12
II.4.5.	Optimation Design Approach.....	12
II.5.	Tinjauan Teknis .....	13
II.5.1.	Perhitungan Hambatan Kapal.....	13
II.5.2.	Perhitungan daya mesin induk .....	14
II.5.3.	Perhitungan massa dan titik pusat massa DWT .....	14
II.5.4.	Perhitungan massa dan titik pusat massa LWT .....	14
II.5.5.	Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	15
II.5.6.	Perhitungan Stabilitas .....	15
II.5.7.	Desain Rencana Garis .....	16
II.5.8.	Desain Rencana Umum.....	17
Bab III	TINJAUAN DAERAH OPERASIONAL.....	19
III.1.	Tinjauan Umum Pulau Pisang .....	19
III.2.	Potensi Wisata Pulau Pisang.....	19
III.2.1.	Terumbu Karang .....	20
III.2.2.	Ikan dan Lumba Lumba.....	20
III.2.3.	Penduduk .....	21
III.2.4.	Wisatawan.....	22
Bab IV	METODOLOGI PENELITIAN .....	23
IV.1.	Pengumpulan Data .....	24
IV.2.	Pengolahan Data.....	24
IV.2.1.	Menentukan Payload .....	24
IV.2.2.	Menentukan Kecepatan Dinas .....	25
IV.2.3.	Menentukan Ukuran Utama.....	25
IV.3.	Perhitungan Teknis.....	25
IV.3.1.	Perhitungan Hambatan .....	25
IV.3.2.	Perhitungan Propulsi .....	25
IV.3.3.	Perhitungan Berat dan Titik Berat.....	26
IV.3.4.	Perhitungan Stabilitas.....	26
IV.3.5.	Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	26
IV.4.	Pembuatan Rencana Garis .....	26

IV.5.	Pembuatan Rencana Umum.....	27
IV.6.	Pembuatan Tiga Dimensi.....	27
IV.7.	Kesimpulan dan Saran.....	27
Bab V	ANALISIS TEKNIS .....	29
V.1.	Owner's Requirements.....	29
V.1.1.	Perencanaan Muatan .....	29
V.1.2.	Perencanaan Ukuran .....	30
V.1.3.	Perencanaan Rute.....	31
V.2.	Pembuatan <i>Lines Plan</i> Awal .....	32
V.3.	Perhitungan Teknis .....	35
V.3.1.	Perhitungan Froud Number .....	35
V.3.2.	Perhitungan <i>Displacement</i> .....	35
V.3.3.	Perhitungan Koefisien.....	37
V.3.4.	Perhitungan Hambatan.....	37
V.3.5.	Penentuan Daya Motor .....	39
V.3.6.	Perhitungan Berat Baja .....	41
V.3.7.	Perhitungan DWT .....	44
V.3.8.	Rekapitulasi Berat dan Titik Berat .....	46
V.3.9.	Perhitungan Hukum Archimedes.....	47
V.3.10.	Perhitungan <i>Freeboard</i> .....	48
V.3.11.	Perhitungan Stabilitas Kapal Penuh .....	51
V.3.12.	Perhitungan Stabilitas Kapal Kosong.....	53
V.3.13.	Pembuatan Lines Plan .....	54
V.3.14.	Pembuatan General Arrangement .....	56
V.3.15.	Pembuatan 3D Kapal.....	59
Bab VI	KESIMPULAN DAN SARAN .....	62
VI.1.	Kesimpulan .....	62
VI.2.	Saran .....	63
DAFTAR	PUSTAKA .....	65
LAMPIRAN A	HASIL PERHITUNGAN ANALISIS TEKNIS .....	
LAMPIRAN B	GAMBAR RENCANA GARIS .....	
LAMPIRAN C	GAMBAR RENCANA UMUM .....	
LAMPIRAN D	GAMBAR TIGA DIMENSI.....	

## DAFTAR TABEL

Tabel V.1 Perhitungan mencari volume <i>displacement</i> .....	36
Tabel V.2 Spesifikasi Motor Induk.....	39
Tabel V.3 Spesifikasi Genset.....	40
Tabel V.4 LR SSC <i>Services Areas Definition</i> .....	42
Tabel V.5 Faktor koreksi Tipek Kapal.....	43
Tabel V.6 Faktor Koreksi Material Sturktur .....	43
Tabel V.7 Berat Penumpang.....	45
Tabel V.8 Kebutuhan Bahan Bakar .....	45
Tabel V.9 Kebutuhan AirTawar .....	45
Tabel V.10Penggunaan Pelampung .....	45
Tabel V.11Tabel LWT .....	46
Tabel V.12 Tabel DWT.....	46
Tabel V.13 Titik Berat Komponen .....	46
Tabel V.14 Pengurangan Lambung Timbul .....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Kondisi Perairan Pulau Pisang .....	2
Gambar II.1 <i>Semi-Submarine</i> yang telah beroperasi .....	6
Gambar II.2 Contoh jendela bawah air <i>Semi-Submarine</i> yang sudah ada .....	6
Gambar II.3 Diagram <i>spiral design</i> .....	9
Gambar III.1 Peta Pulau Pisang .....	19
Gambar III.2 Keindahan pada Pulau Pisang .....	20
Gambar III.3 Lumba-Lumba Yang berada di perairan Pulau Pisang .....	21
Gambar III.4 Penduduk di Pulau Pisang .....	21
Gambar III.5 Rombongan wisatawan ke Pulau Pisang .....	22
Gambar IV.1 Diagram Alur Pengerjaan.....	23
Gambar V.1 <i>Semi-Submarine</i> buatan <i>English Engineering</i> .....	30
Gambar V.2 Layout awal penumpang <i>Semi-Submarine</i> .....	30
Gambar V.3 Perencanaan Rute <i>Semi-Submarine</i> .....	32
Gambar V.4 <i>Lines Plan</i> Dari <i>Software</i> Maxsurf Pro .....	33
Gambar V.5 <i>Body Plan</i> dengan <i>Control Point</i> .....	34
Gambar V.6 <i>Lines Plan</i> hasil ekspor dari Maxsurf ke Autocad.....	34
Gambar V.7 Motor Penggerak Utama .....	40
Gambar V.8 Generator yang digunakan.....	40
Gambar V.9 Proses pembuatan <i>Lines Plan</i> dengan Maxsurf.....	55
Gambar V.10 <i>Lines Plan</i> yang sudah selesai .....	56
Gambar V.11 <i>General Arrangement</i> dari <i>Semi-Submarine</i> .....	57
Gambar V.12 Rencana Umum yang telah selesai .....	59
Gambar V.13 Bentuk Tiga Dimensi <i>Semi-Submarine</i> .....	60
Gambar V.14 Bentuk dalam Tiga Dimensi.....	60

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang Masalah**

Pariwisata merupakan primadona yang dapat meningkatkan pendapatan asli daerah dan mendatangkan devisa. Banyak pihak tertarik untuk mengembangkan wisata alam tetapi pihak-pihak tersebut tidak cukup mengantisipasi pengembangan wilayah sesuai dengan harapan wisatawan. Kurangnya fasilitas pendukung juga menjadi alasan wisatawan untuk berkunjung ke daerah tersebut. Indonesia yang merupakan negara kepulauan sebenarnya masih banyak memiliki daerah yang harus lebih dikembangkan dalam bagian pariwisata, seperti salah satunya adalah Pulau Pisang.

Pulau Pisang termasuk salah satu destinasi objek wisata yang berada di Kabupaten Lampung Barat. Pulau Pisang juga memiliki potensi cukup besar sebagai salah satu objek wisata bahari di Lampung. Wisata bahari di Pulau Pisang Lampung yang sedang mengalami tren positif membuat banyak wisatawan lokal maupun mancanegara mulai menjadikan Pulau Pisang sebagai salah satu tujuan wisata yang menarik di Provinsi Lampung. Kondisi pantai yang masih bersih dan berpasir putih serta keindahan terumbu karang menjadi nilai jual untuk Pulau Pisang. Kondisi Geografis Pulau Pisang juga berbatasan langsung dengan Samudera Hindia sehingga perairan Pulau Pisang juga merupakan salah satu jalur perlintasan Lumba-Lumba di Samudera. Hampir setiap hari Lumba-Lumba dapat dilihat, populasi Lumba-Lumba yang berada di kawasan pesisir Lampung Barat sebenarnya memang menjadi daya tarik bagi daerah tersebut. Terjaganya populasi Lumba-Lumba disebabkan larangan masyarakat untuk menangkap, sehingga populasi dapat meningkat setiap tahunnya. Bagi wisatawan minat khusus, Pulau Pisang juga menyediakan sebuah tempat konservasi bagi penyu-penyu langka untuk mendarat dan bertelur. Dan, bagi peminat wisata budaya dapat berinteraksi langsung dengan penduduk setempat untuk mengetahui adat istiadat dan tradisi yang masih mereka pegang teguh hingga saat ini. Salah satunya adalah tradisi pembuatan kain tenun tapis bermotif gajah atau perahu yang diwariskan nenek moyang mereka ketika masih bersatu dalam marga Way Sindi.





**Gambar I.1 Kondisi Perairan Pulau Pisang**  
([www.detik-travel.com](http://www.detik-travel.com))

Wisata di Pulau Pisang memang belum terkenal, karena selama ini kurangnya perhatian Pemerintah dalam meningkatkan fasilitas yang ada di daerah Pesisir Barat Lampung. Agar lebih meningkatkan minat wisatawan, perlu kiranya penambahan fasilitas agar menambah nilai jual di daerah Pulau Pisang. (Tribun Lampung, 2014). Salah satu fasilitas yang dapat menjadi daya tarik untuk Pulau Pisang adalah dengan adanya kapal wisata jenis *Semi-Submarine*. *Semi-Submarine* berupa kapal dengan terdapat ruang dibawah lambung kapal yang di lapisi jendela tebal tembus pandang untuk menikmati pemandangan bawah laut disekitar pulau. Bagian penumpang *Semi-Submarine* menggunakan bahan material yang bersifat transparan. Material transparan tersebut bisa berupa kaca atau bahan tebal yang kuat dan aman. Bagian transparan itu berfungsi untuk memperlihatkan keanekaragaman biota laut kepada penumpang. Kapal ini berfungsi untuk memudahkan penumpang untuk menikmati keindahan bahari tanpa harus menyelam dan basah. *Semi-Submarine* sebenarnya sudah digunakan sebagai fasilitas wisata baik di Indonesia maupun di Mancanegara. Pada awalnya, penggunaan *Semi-Submarine* di luar negeri adalah untuk penelitian dan sarana edukasi bagi peneliti biota bawah laut. Berkembangnya pemikiran masyarakat untuk meningkatkan penghasilan di bidang pariwisata maka dijadikanlah *Semi-Submarine* untuk salah satu fasilitas wisata, dan memang dengan dijadikannya sebagai fasilitas wisata menambah minat wisatawan. Di Indonesia, sebenarnya penggunaan *Semi-Submarine* sudah ada di beberapa tempat wisata, seperti contohnya di wisata Kepulauan Seribu. Dengan nanti adanya *Semi-Submarine* di perairan Pulau Lampung diharapkan dapat meningkatkan nilai jualnya menjadi tempat wisata dengan menikmati keindahan bahari tanpa harus menyelam.

## **I.2. Perumusan Masalah**

Sehubungan dengan latar belakang tersebut di atas permasalahan yang akan dikaji dalam tugas akhir ini yaitu:

- Bagaimana ukuran utama *Semi-Submarine*?
- Bagaimana desain Rencana Garis, Rencana Umum, dan Tiga Dimensi *Semi-Submarine*?
- Bagaimana pemilihan jendela untuk *Semi-Submarine*?

## **I.3. Batasan Masalah**

Ruang lingkup penelitian ini difokuskan pada :

- Aspek precangan yang diperhatikan adalah kondisi oceanografis wilayah dan pemilihan bahan.
- Desain *Semi-Submarine* tidak membahas konstruksi secara detail.

## **I.4. Maksud dan tujuan**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk membuat rancangan awal atau *concept design* dari *Semi-Sumbarine* yang dapat beroperasi di kawasan Pulau Pisang. Sedangkan tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :

- Menentukan ukuran utama *Semi-Submarine*.
- Mendesain Rencana Garis, Rencana Umum, dan Tiga Dimensi *Semi-Submarine*.
- Memilih jenis kaca jendela yang digunakan untuk *Semi-Submarine*.

## **I.5. Manfaat**

Manfaat dari tugas akhir ini adalah :

- Menyediakan konsep teknis *Semi-Submarine* sebagai kapal wisata untuk daerah Pulau Pisang.
- Memberikan kemudahan dalam memilih desain *Semi-Submarine* yang sesuai untuk dijadikan kapal wisata.

## **I.6. Hipotesis**

Desain *Semi-Submarine* ini bisa menambah nilai jual Pulau Pisang, Lampung dalam meningkatkan minat wisatawan yang akan berkunjung kesana.

## **I.7. Sistematika Laporan**

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang akan dilakukan, perumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan tugas akhir ini, manfaat yang diperoleh, batasan masalah serta sistematika penulisan laporan.

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan tinjauan pustaka yang menjadi acuan dari penelitian tugas akhir. Dasar-dasar teori serta persamaan-persamaan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir tercantum dalam bab ini.

### **BAB III. TINJAUAN DAERAH**

Bab ini berisikan sekilas mengenai daerah dimana kapal yang dirancang akan dioperasikan. Penjelasan mengenai kedalaman perairan, jarak pelayaran serta sumber daya yang terdapat di daerah tersebut dibahas pula dalam bab ini.

### **BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tahapan metodologi dalam menyelesaikan permasalahan secara berurutan dimulai dari tahap pengumpulan data dan studi literature, hingga pengolahan data untuk analisis lebih lanjut yang nantinya akan menghasilkan sebuah kesimpulan guna menjawab perumusan masalah yang sudah ditentukan.

### **BAB V. ANALISIS TEKNIS**

Bab ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Pada bab ini akan dibahas mengenai perencanaan muatan yang dilakukan guna mendapatkan ukuran utama yang sesuai serta memenuhi persyaratan.

### **BAB VI. PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapatkan dari proses penelitian yang dilakukan serta memberikan saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1. Gambaran Umum**

Untuk proses menerjemahkan permintaan pemilik kapal ke dalam bentuk gambar, spesifikasi, dan data lainnya dalam membangun sebuah kapal, seorang *engineer* termasuk *marine engineering* desain konstruksi, dan produksi, harus dapat memimpin suatu proses. Proses dalam desain sebuah kapal adalah saling berhubungan dan berulang-ulang, yang dibagi lagi dalam beberapa tahap selama belum pada tahap detail desain. Secara khusus, permintaan pemilik kapal menetapkan misi dimana kapal baru tersebut harus sesuai dengan permintaan, seperti : kapasitas daya angkut muatan (*payload*), kecepatan kapal yang diminta, rute pelayaran kapal tersebut.

#### **II.2. Semi-Submarine**

##### **II.2.1. Pengertian Umum**

*Semi-Submarine* merupakan kapal yang bagian penumpangnya menggunakan bahan material yang bersifat transparan. Material transparan tersebut bisa berupa kaca atau bahan tebal yang kuat dan aman. Bagian transparan itu berfungsi untuk memperlihatkan keanekaragaman biota laut kepada penumpang. Kapal ini berfungsi untuk memudahkan penumpang untuk menikmati keindahan bahari tanpa harus menyelam dan basah. *Semi-Submarine* juga bisa dikatakan *Semi* kapal selam. Pada awalnya *Semi-Submarine* berfungsi untuk kapal penelitian biota laut, namun dewasa ini penggunaan kapal jenis *Semi-submarine* juga di manfaatkan untuk kapal wisata. Tinggi nya minat wisatawan untuk melihat biota laut meuat kapal jenis ini semakin diminati untuk pengembangan daerah wisata, dikarenakan biaya diving yang tinggi adalah salah satu penyebabnya.



**Gambar II.1 *Semi-Submarine* yang telah beroperasi**  
([www.tampers.eu](http://www.tampers.eu), 2014)

### **II.2.2. Jendela Bawah Air**

Pada bagian penumpang *Semi-Submarine* terdapat material yang transparan untuk melihat biota laut. Pada bagian tersebut menggunakan bahan material yang kuat namun tetap mengutamakan kejernihan agar penumpang bisa melihat keluar dengan nyaman. Material yang digunakan bisa berupa kaca dan bahan yang kuat lainnya. Pada bagian ini kita akan membahas tentang perbandingan material kaca dan *Acrylic* yang akan digunakan pada *Semi-Submarine*.



**Gambar II.2 Contoh jendela bawah air *Semi-Submarine* yang sudah ada**  
([www.tampers.eu](http://www.tampers.eu), 2014)



- Kaca

Kaca merupakan bahan lutsinar, kuat, dan material yang dapat dibentuk pada temperatur di atas 2300 °F atau 1261 °C. Komponen utama kaca adalah *silika*. *Silika* ialah galian yang mengandung *silikon dioksida*. Di dalam ilmu pengetahuan, istilah kaca didefinisikan dalam arti yang luas, kaca dapat dibuat dari paduan bahan berbeda. Adapun sifat dari kaca adalah :

1. Massa jenis kaca berkisar antara 2 hingga 8,1 g/cm<sup>3</sup>
2. Kekuatan tekannya 6000 hingga 21000 kg/cm<sup>2</sup>
3. Kekuatan tariknya 1 hingga 300 kg/cm<sup>2</sup> , karena kekuatan tariknya relatif kecil, maka kaca adalah bahan yang regas. Walaupun kaca adalah substansi berongga, tetapi tidak mempunyai titik leleh yang tegas, karena pelelehannya adalah perlahan-lahan ketika suhu pemanasan dinaikkan.
4. Berwujud pada susunan atom-atomnya seperti zat cair
5. Tidak memiliki titik lebur yang pasti
6. Efektif sebagai isolator
7. Mampu menahan vakum tetapi rapuh terhadap benturan

- *Acrylic*

*Acrylic* merupakan *polymethyl methacrylate* (PMMA) yang merupakan polimer sintesis dan metil metakrilat yang bersifat mencair jika dipanasi dan permukaannya tembus pandang. PMMA berupa material yang bening, dan indah untuk dekoratif. Sifat utama material *acrylic* tidak hanya sekedar tembus pandang, dan di sinilah terletak perbedaan mendasarnya dengan material kaca. Walaupun tembus pandang, kaca menyerap cahaya yang masuk sehingga semakin tebal kaca tersebut maka semakin sedikit cahaya yang dapat melaluinya dan sifat transparan semakin berkurang. Pada *acrylic* penyerapan sinar yang terjadi demikian kecil sehingga walaupun ketebalannya bertambah, sifat transparannya tidak banyak berubah. Adapun sifat bahan *acrylic* yaitu :

1. *Acrylic* mempunyai berat jenis ringan (separuhnya berat jenis kaca 1150-1190 kg/m<sup>3</sup>) sehingga menguntungkan dari segi transportasi dan pemasangan on site.

2. *Acrylic* lebih tinggi ketahanan impaknya dibanding kaca yang mudah pecah/regas dan seringkali membahayakan pengguna
3. *Acrylic* lebih lunak dibanding kaca sehingga tidak tahan gores, namun *acrylic* memungkinkan dipoles untuk menghilangkan goresan sedangkan kaca harus di ganti baru
4. *Acrylic* dapat dipotong dengan mudah bahkan dibentuk sesuai keinginan
5. *Acrylic* dapat di rekatkan satu blok dengan blok lainnya dengan sangat baik dan tidak menimbulkan bias cahaya
6. *Acrylic* meneruskan hampir semua cahaya 92% dibanding kaca
7. Produk *acrylic* yang baik terhadap sinar uv dan tidak menimbulkan warna kekuningan pada permukaannya

Dari perbedaan sifat diatas diambil kesimpulan bahwa bahan yang akan digunakan untuk *Semi-Submarine* adalah bahan *acrylic*.

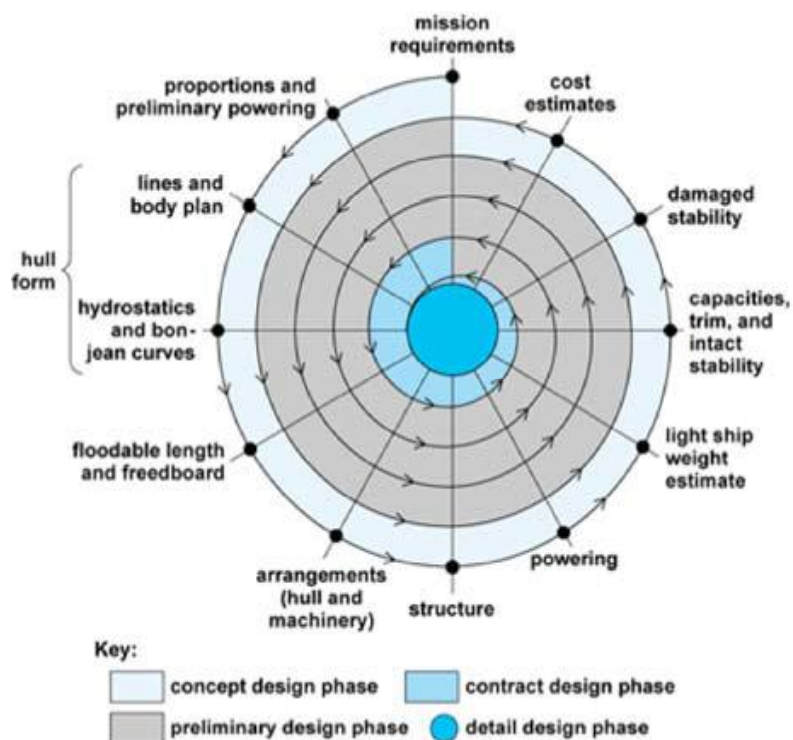
### II.3. Proses Desain

Dalam proses menterjemahkan permintaan pemilik kapal kedalam bentuk gambar, spesifikasi dan data lainnya untuk membangun sebuah kapal. Proses dalam desain sebuah kapal adalah saling berhubungan, yang dibagi lagi dalam beberapa tahap selama desain belum pada tahap detail desain. Secara khusus, permintaan pemilik kapal menetapkan misi dimana kapal baru tersebut harus sesuai dengan permintaan seperti kecepatan yang diminta, kebutuhan bahan bakar, kapasitas daya angkut.

Secara umum, biaya pembangunan dan biaya operasional harus dibatasi oleh kemampuan *owner*. Proses desain kapal melibatkan studi banding secara numerik untuk mencapai kemampuan yang diinginkan dan masih dalam batasan biaya yang ditetapkan. Secara umum, batasan seperti halnya kebutuhan yang dikenakan terhadap *designer* oleh pihak *owner*. Biaya baik dalam desain dan pembangunan kapal maupun dalam operasi kapal, biasanya dibatasi. Dua elemen yang paling dasar dari biaya operasi yaitu awak kapal dan bahan bakar, sehingga biasanya pihak *owner* selalu menekankan untuk mengurangi jumlah *crew* maupun konsumsi bahan bakar. Batasan fisik yang mungkin dikenakan dalam desain berhubungan dengan konstruksi, operasional maupun pemeliharaan. Batasan berat atau ukuran mungkin

dikenakan jika kapal beroperasi pada daerah tertentu. Kondisi daerah tersebut dapat dimasukkan dalam batasan ukuran.

Proses pada desain kapal adalah proses yang berulang. Berbagai analisis dilakukan secara berulang untuk mendapatkan detail yang maksimal ketika proses desain dikembangkan, hal ini disebut sebagai desain spiral (Evans ,1959) yang secara umum digambar pada Gambar 2.1 berikut. Desain spiral dibagi dalam 5 bagian yaitu :



**Gambar II.3 Diagram spiral design**  
(Principles of Yacht Design, 2007)

### II.3.1. Concept Design

*Concept design* adalah tahap pertama dalam proses desain yang menterjemahkan *mission requirement* atau permintaan pemilik kapal ke dalam ketentuan-ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan sehingga menghasilkan ukuran utama seperti panjang, lebar, tinggi, sarat, finnes dan *fullness power*, karakter lainnya dengan tujuan untuk memenuhi kecepatan, *range (endurance)*, kapasitas, *deadweight*.

Termasuk juga memperkirakan *preliminary lightship weight*, yang pada umumnya diambil dari rumus pendekatan, kurva maupun pengalaman-

pengalaman. Hasil-hasil pada *concept design* digunakan untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi. Langkah langkah pada *concept design* adalah sebagai berikut:

- a. Klasifikasi biaya untuk kapal baru dengan membandingkan terhadap beberapa kapal sejenis yang sudah ada.
- b. Mengidentifikasi semua perbandingan desain utama
- c. Memilih proses iterative yang akan menghasilkan desain yang mungkin
- d. Membuat ukuran yang sesuai (analisis ataupun subyektif) untuk desain
- e. Mengoptimasi ukuran utama kapal
- f. Mengoptimasi detail kapal

### **II.3.2. Preliminary Design**

Langkah kelanjutan dari *concept design* mencek kembali ukuran dasar kapal yang dikaitkan dengan *performance* (Evans,1959). Pemeriksaan ulang terhadap panjang, lebar, daya mesin, *deadweight* yang diharapkan tidak banyak merubah pada tahap ini. Hasil diatas merupakan dasar dalam pengembangan rencana kontrak dan spesifikasi.

Tahap *preliminary design* ditandai dengan beberapa langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Melengkapi bentuk lambung kapal
- b. Pengecekan terhadap analisa detail struktur kapal
- c. Penyelesaian bagian interior kapal
- d. Perhitungan Stabilitas dan hidrostatik kapal
- e. Mengevaluasi kembali perhitungan tahanan, *powering* maupun *performance* kapal
- f. Perhitungan berat kapal secara detail dalam hubungannya dengan penentuan sarat dan trim kapal
- g. Perhitungan biaya secara menyeluruh dan detail

### **II.3.3. Contract Design**

Hasilnya sesuai dengan namanya dokumen kontrak pembuatan kapal. Langkah-langkahnya meliputi satu, dua atau lebih putaran dari desain spiral. Oleh karena itu pada langkah ini mungkin terjadi perbaikan hasil-hasil *preliminary design* (Evans,1959). Tahap merencanakan/menghitung lebih teliti *hull form*

(bentuk badan kapal) dengan memperbaiki *lines plan*, tenaga penggerak dengan menggunakan *model test*, *seakeeping* dan *maneuvering* karakteristik, pengaruh jumlah *propeller* terhadap badan kapal, detail konstruksi, pemakaian jenis baja, jarak dan tipe gading. Pada tahap ini dibuat juga estimasi berat dan titik berat yang dihitung berdasarkan posisi dan berat masing-masing item dari konstruksi. *General Arrangement detail* dibuat juga pada tahap ini. Kepastian kapasitas permesinan, bahan bakar, air tawar dan ruang-ruang akomodasi. Kemudian dibuat spesifikasi rencana standart kualitas dari bagian badan kapal serta peralatan. Juga uraian mengenai metode pengetesan dan percobaan sehingga akan didapatkan kepastian kondisi kapal yang sebaiknya.

#### **II.3.4. Detail Design**

*Detail design* adalah tahap terakhir dari proses mendesain kapal. Pada tahap ini hasil dari tahapan sebelumnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang detail (Evans,1959). Pada tahap *detail design* mencakup semua rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Bagian terbesar dari pekerjaan ini adalah produksi gambar kerja yang diperlukan untuk penggunaan mekanik yang membangun lambung dan berbagai unit mesin bantu dan mendorong lambung, fabrikasi, dan instalasi perpipaan dan kabel. Hasil dari tahapan ini adalah berisi petunjuk atau intruksi mengenai instalasi dan detail konstruksi pada *fitters*, *welders*, *outfitters*, *metal workers*, *machinery vendors*, *pipe fitters*, dan lain-lainnya.

#### **II.4. Metode Perancangan Kapal**

Setelah melakukan tahap-tahapan desain di atas, langkah selanjutnya dalam proses desain kapal menentukan metode perancangan kapal. Secara umum metode dalam perancangan kapal adalah sebagai berikut:

##### **II.4.1. Parent Design Approach**

*Parent design approach* merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara menganbil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini *designer* sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai *performance* yang bagus.



Keuntungan dalam *parent design approach* adalah :

- a. Dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal sehingga tinggal memodifikasi saja.
- b. *Performance* kapal terbukti (*stabilitas, motion, resistance*)

#### **II.4.2. Trend Curve Approach**

Dalam proses perancangan kapal terdapat beberapa metode salah satunya yaitu *Trend Curve approach* atau biasanya disebut dengan metode statistik dengan memakai regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan ukuran utama awal. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

#### **II.4.3. Iteratif Design Approach**

Iteratif desain adalah sebuah metodologi desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping, testing, dan analyzing*.. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Proses desain kapal memiliki sifat iteratif yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan pada orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan *knowledge*).

#### **II.4.4. Parametric Design Approach**

*Parametric design approach* adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter misalnya ( L, B, T, Cb, LCB dll) sebagai *main dimension* yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung hambatannya ( $R_t$ ), merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, trim, dan lain-lain.

#### **II.4.5. Optimation Design Approach**

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggeraknya pada tahap *basic design*. Dalam hal ini, disain yang optimum dicari dengan menemukan disain yang akan meminimalkan *economic cost of transport* (ECT). Adapun parameter dari optimasi

ini adalah hukum fisika, kapasitas ruang muat, stabilitas, *freeboard*, *trim*, dan harga kapal.

## II.5. Tinjauan Teknis

Dalam istilah dunia perkapalan seorang *naval architect* harus mampu menerjemahkan permintaan pemilik kapal (*owner requirement*) ke dalam bentuk gambar, spesifikasi dan data lainnya untuk membangun kapal. Dalam mendesain sebuah kapal ada beberapa tahap, yaitu :

### II.5.1. Perhitungan Hambatan Kapal

Metode Holtop-Mennen dalam melakukan estimasi hambatan kapal merupakan sebuah metode numeric yang dihasilkan dari analisis statistic dari pengujian hambatan terhadap 191 model dengan tipe yang berbeda-beda. Holtrop-Mennen mengelompokkan hambatan menjadi:

- Hambatan gesek (frictional resistance)  $R_f$
- Hambatan sisa (residual resistance)  $R_R$

Persamaan dari hambatan gesek  $R_f$  adalah sebagai berikut:

$$R_F = \frac{1}{2} S V^2 (C_F (1 + k) + C_A)$$

Dimana S = Luar permukaan basah (wetted surface area)

V = Kecepatan kapal

$C_F$  = Koefisien gesek mengacu pada formulasi ITTC 1957

$C_A$  = Faktor korelasi antara model dengan kapal

k = Faktor bentuk yang mengacu pada efek dari bentuk tiga dimensi kapal terhadap hambatan gesek

Untuk menentukan luas permukaan basah S dapat ditentukan melalui persamaan berikut:

$$S = L(2T + B) \sqrt{C_M} (0,4530 + 0,4425 C_B - 0,2862 C_M - 0,003467 \frac{B}{T} + 0,3696 C_{WP})$$

Nilai dari 1+k dapat ditentukan melalui persamaan berikut.

$$1 + k = 0,93 \left( \frac{T}{L} \right)^{0,22284} \cdot \left( \frac{B}{L_R} \right)^{0,92497} \cdot (0,95 - C_P)^{-0,52145} \cdot (1 - C_P + 0,0225 LCB)^{0,69060}$$

Dimana  $L_R$  merupakan *length of run*, yang mana dapat ditentukan melalui persamaan berikut.

$$\frac{L_R}{L} = 1 - C_P + 0,06 C_P \cdot LCB / (4C_P - 1)$$

Formulasi dari hambatan sisa adalah sebagai berikut.

$$\frac{R_R}{\Delta} = C \cdot e^{m_1 \cdot Fn^d + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})}$$

Dimana

$$C = 2223105 \left(\frac{B}{L}\right)^{3.78613} \cdot \left(\frac{T}{B}\right)^{1.07961} \cdot (90 - i_E)^{-1.37565}$$

$$m_1 = 0,0140407 \frac{L}{T} - 1,75254 \frac{V^{\frac{1}{3}}}{L} - 3,79323 \frac{B}{L} - 8,07981 C_P + 13,8673 C_P^2 - 6,984388 C_P^3$$

$$d = -0.9$$

$$m_2 = -1,69385 C_P^2 e^{\frac{0,1}{F_n^2}}$$

$$\lambda = 1,446 C_P - 0,03 L/B$$

*Half angle of entrance* dari water line dapat ditentukan melalui persamaan berikut.

$$i_E = 125,67 \frac{B}{L} - 162,25 C_P^2 + 234,32 C_P^3 + 0,155087 (LCB)^3$$

(Oosanen, 1979)

### II.5.2. Perhitungan daya mesin induk

- Perhitungan power mesin

$$EHP = R_t \cdot V_s$$

- Perhitungan daya mesin BHP

$$BHP = DHP + \{(\text{koreksi daerah pelayaran} \times SHP)\}$$

### II.5.3. Perhitungan massa dan titik pusat massa DWT

DWT itu terdiri dari payload atau muatan bersih, *consummable* dan *crew*. *Payload* berharga 90% dari DWT, *consummable* terdiri dari bahan bakar (*fuel oils*), minyak lumas (*lubrication oils*), minyak diesel (*diesel oils*), air tawar (*fresh water*) dan barang bawaan (*provision and store*). Setelah berat diketahui maka dilakukan perhitungan titik berat DWT untuk mencari harga KG.

### II.5.4. Perhitungan massa dan titik pusat massa LWT

LWT terdiri dari berat badan kapal, peralatan dan perlengkapan dan permesinan atau kata lain berat kapal kosong tanpa muatan dan *consummable*. Untuk menghitung berat baja kapal, peralatan dan perlengkapan serta permesinaan ada beberapa pendekatan *Semisal* menurut Watson, Schneekluth, Parson Untuk perhitungan berat baja lambung Schneekluth membagi kedalam beberapa bagian antara lain berat baja lambung, berat bangunan atas dan berat rumah geladak.

### II.5.5. Perhitungan *Freeboard*

*Freeboard* adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas. Panjang *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara Lpp dan 96% LWL pada 85% H. Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada *midship* (Bm). Dan tinggi *freeboard* adalah tinggi yang diukur pada *midship* dari bagian atas *keel* sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat senta bila geladak tanpa penutup kayu. *Freeboard* memiliki tujuan untuk menjaga keselamatan penumpang, *crew*, muatan dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki *freeboard* tinggi maka daya apung cadangan akan besar sehingga kapal memiliki sisa pengapungan apabila mengalami kerusakan.

### II.5.6. Perhitungan Stabilitas

Dalam perhitungan stabilitas dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan kapal kembali pada kedudukan semula apabila mengalami olengan pada saat berlayar. Keseimbangan statis suatu benda dibedakan atas tiga macam, yaitu:

1. Keseimbangan Stabil

Adalah kondisi ketika benda mendapat kemiringan akibat adanya gaya luar, maka benda akan kembali pada ke posisi semula setelah gaya tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik G (*centre of gravity*) berada di bawah titik M (*metacentre*).

2. Keseimbangan Labil

Adalah kondisi ketika benda mendapat kemiringan akibat adanya gaya luar yang bekerja pada benda tersebut, maka kedudukan benda akan cenderung berubah lebih banyak dari kedudukan semula sesudah gaya tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik G berada di atas titik M.

3. Keseimbangan *Indeferent*

Adalah kondisi ketika benda mendapat kemiringan sedikit dari kedudukannya akibat adanya gaya luar yang bekerja pada benda tersebut, maka benda tetap pada kedudukannya yang baru walaupun gaya luar

tersebut hilang. Jika ditinjau dari sudut keseimbangan kapal maka letak titik berat (G) berimpit dengan titik metacentre (M).

Kapal harus mempunyai stabilitas yang baik dan harus mampu menahan semua gaya luar yang mempengaruhinya hingga kembali pada keadaan seimbang. Hal-hal yang memegang peranan penting dalam stabilitas kapal antara lain:

- a. Titik G (grafity) yaitu titik berat kapal.
- b. Titik B(bouyancy) yaitu titik tekan ke atas yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup di dalam air.
- c. Titik M (metacentre) yaitu titik perpotongan antara vektor gaya tekan ke atas pada keadaan tetap dengan vektor gaya tekan keatas pada sudut oleng.

Kemampuan apung kapal adalah kemampuan kapal untuk mendukung gaya berat yang dibebankan dengan menggunakan tekanan hidrostatik yang bekerja di bawah permukaan air dan memberikan daya dukung dengan gaya angkat statis pada kapal..

Kapal yang akan dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standart keselamatan pelayaran Safety of Life at Sea (Solas) atau International Maritime Organization (IMO).

#### II.5.7. Desain Rencana Garis

Gambar rencana garis (*Lines Plan*) adalah suatu gambar yang terdiri dari bentuk lengkung potongan badan kapal, baik potongan vertikal memanjang (*Sheer Plan*), atau potongan secara horizontal memanjang (*Half Breadth Plan*), maupun potongan secara melintang badan kapal (*Body Plan*).

Potongan badan kapal :

- *Sheer Plan*

Gambar proyeksi dari bentuk badan kapal secara memanjang, jika kapal tersebut dipotong secara memanjang sesuai dengan pembagian *Buttock Line* yang telah ditentukan.

- *Half Breadth Plan*

Gambar proyeksi dari badan kapal secara memanjang, jika kapal tersebut dipotong secara horizontal sesuai dengan pembagian *Water Line* yang telah ditentukan.

- *Body Plan*



Gambar proyeksi dari bentuk badan kapal secara melintang, jika kapal tersebut dipotong secara melintang sesuai dengan pembagian *station* yang telah ditentukan.

#### **II.5.8. Desain Rencana Umum**

Rencana Umum atau *general arrangement* dari suatu kapal dapat didefinisikan sebagai penentuan dari ruangan kapal untuk segala kegiatan dan peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan letak dan jalan untuk mencapai ruangan tersebut. Penyusunan Rencana Umum merupakan suatu proses bertahap yang disusun dari percobaan, pengecekan, dan penambahan. Referensinya bisa didapat dari data Rencana Umum kapal-kapal pembanding yang memiliki spesifikasi tidak jauh berbeda dengan kapal yang sedang dirancang. Pendekatan penyelesaian permasalahan Rencana Umum harus didasarkan pada informasi minimum yang meliputi:

- Penentuan volume ruang muat berdasarkan jenis dan jumlah muatan yang dimuat.
- Metode penyimpanan dan bongkar muat muatan.
- Penentuan volume ruangan untuk kamar mesin berdasarkan jenis dan dimensi mesin.
- Penentuan volume ruangan akomodasi berdasarkan jumlah crew, penumpang dan akomodasi.
- Penentuan volume tangki-tangki terutama untuk bahan bakar dan ballast berdasarkan jenis mesin, jenis bahan bakar, dan radius pelayaran.
- Penentuan pembagian dan pembatasan jarak sekat melintang.
- Penentuan dimensi kapal (L, B, H, dan T).
- Lines plan yang telah dibuat sebelumnya.

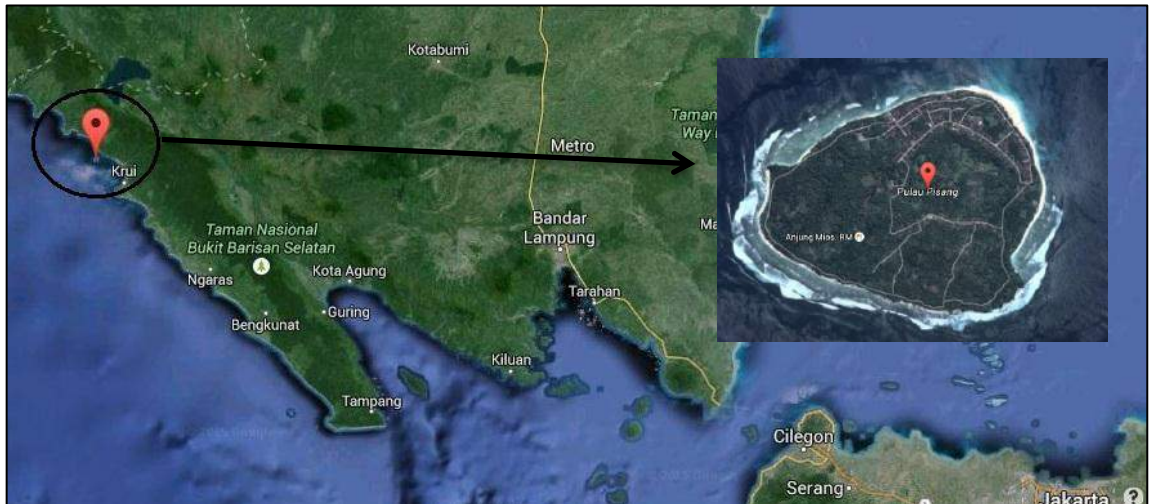
Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB III**

### **TINJAUAN DAERAH OPERASIONAL**

#### **III.1. Tinjauan Umum Pulau Pisang**

Pulau Pisang merupakan pulau di wilayah Kabupaten Pesisir Barat, Propinsi Lampung. Pulau Pisang memiliki daratan 148,82 Ha. Secara Geografis pulau pisang terletak pada koordinat  $5^{\circ} 7' 15.000''$  LS dan  $103^{\circ} 50' 45.138''$ . Pulau Pisang yang merupakan wilayah satu kecamatan memiliki enam desa (Pekon), yaitu Pekon Labuhan, Pekon Pasar, Sukadana, Sukamarga, Pekon Lok, dan Bandar Dalam. Bagian barat dan selatan pulau tersebut berbatasan langsung dengan Samudera Hindia, sedangkan bagian utara dan timur berbatasan langsung dengan Pulau Sumatera. Keindahan alamnya yang masih alami dan pasirnya yang putih serta memiliki ombak yang besarnya mencapai 2-3m dan panjang gelombang 200m, menjadikan Pulau Pisang sudah cukup dikenal oleh wisatawan lokal maupun asing.



**Gambar III.1 Peta Pulau Pisang**

(www.google maps, 2015)

#### **III.2. Potensi Wisata Pulau Pisang**

Pulau Pisang memiliki pantai berupa pantai berpasir putih. Warna pasir yang putih bersih menjadi salah satu keunggulan dan keunikan yang dimiliki Pulau Pisang sehingga memberikan nilai tambah bagi keindahan dan dapat memberikan kenyamanan bagi wisatawan. Umumnya pantai berpasir putih di Indonesia dijadikan sebagai kawasan pariwisata pantai yang menarik karena keindahan alamnya. Pulau Pisang

memiliki pasang surut 2m dan 0,2m. Pasang terjadi pada sore hari dan surut terjadi pada pagi hari.

### **III.2.1. Terumbu Karang**

Secara umum Pulau Pisang merupakan pulau yang dipengaruhi oleh Samudera Hindia. Jarak Pandang di dalam perairan cukup baik sekitar 8-9 meter. Arus permukaan dan kolom perairan cukup kuat. Substrat dasar yang mendominasi merupakan karang, pasir, dan karang mati. Terumbu karang yang ditemukan menyebar dari kedalaman 3 meter hingga 8 meter. Kontur dasar perairan cukup curam akibat karakter ombak dan gelombang. Persen tutupan karang berkisar 72,40%. Nilai ini sebanding dengan keadaan perairan yang baik. (Direktorat Pulau Kecil, 2014)



**Gambar III.2 Keindahan pada Pulau Pisang**  
(Pugunglemong.blogspot.com, 2014)

### **III.2.2. Ikan dan Lumba Lumba**

Hasil pengamatan ikan karang di perairan Pulau Pisang diperoleh 24 spesies termasuk kedalam 9 family dengan jumlah total 118 ekor. (Direktorat Pulau Kecil, 2014). Di Pulau Pisang kita juga bisa melihat atraksi lumba-lumba. wisatawan harus berangkat pagi-pagi. Sekitar pukul tujuh-sepuluh pagi dengan cara memancing Lumba-Lumba memukul-mukul buritan kapal. Dan tungguilah beberapa saat maka, lompatan-lompatan indah dari ikan bermocong itu akan menghiasi pemandangan mata. (Virdaltaia, 2013)

Lumba-lumba tersebut akan melakukan atraksi melompat keatas permukaan laut. Sungguh pemandangan yang membuat mata terpu kau. Pulau pisang memang cocok dijadikan tempat wisata yang bahari dan edukatif. Sebab, kekayaan alam asli daerah Lampung akan kita jumpai didaerah ini.



**Gambar III.3 Lumba-Lumba Yang berada di perairan Pulau Pisang**  
(Pugunglemong.blogspot.com, 2014)

### **III.2.3. Penduduk**

Penduduk di Pulau Pisang di sehari-hariannya menggunakan bahasa Lampung Pesisir, namaun jangan begitu khawatir, banyak dari mereka yang bisa berbahasa Indonesia. Penduduk disini ramah-ramah, senang diajak ngobrol. Sapalah mereka saat kalian mengunjungi pulau pisang ini.

Bagi yang ingin bermalam di Pulau Pisang, terdapat beberapa homestay yang siap untuk disewakan. Jadi para wisatawan bisa menikmati Pulau Pisang dengan menginap di homestay sederhana yang telah di sediakan oleh penduduk



**Gambar III.4 Penduduk di Pulau Pisang**  
([www.catatannobi.com](http://www.catatannobi.com), 2012)

#### **III.2.4. Wisatawan**

Jumlah wisatawan yang berkunjung ke Pulau Pisang sehari harinya biasanya hanya berkisar 10-15 orang, namun pada musim liburan wisatawan yang berkunjung bisa mencapai lebih dari 30 orang. (Sujarwo, 2014). Kurangnya perhatian dan promosi dari Pemerintah juga berdampak pada minat wisatawan yang akan berkunjung kesana.

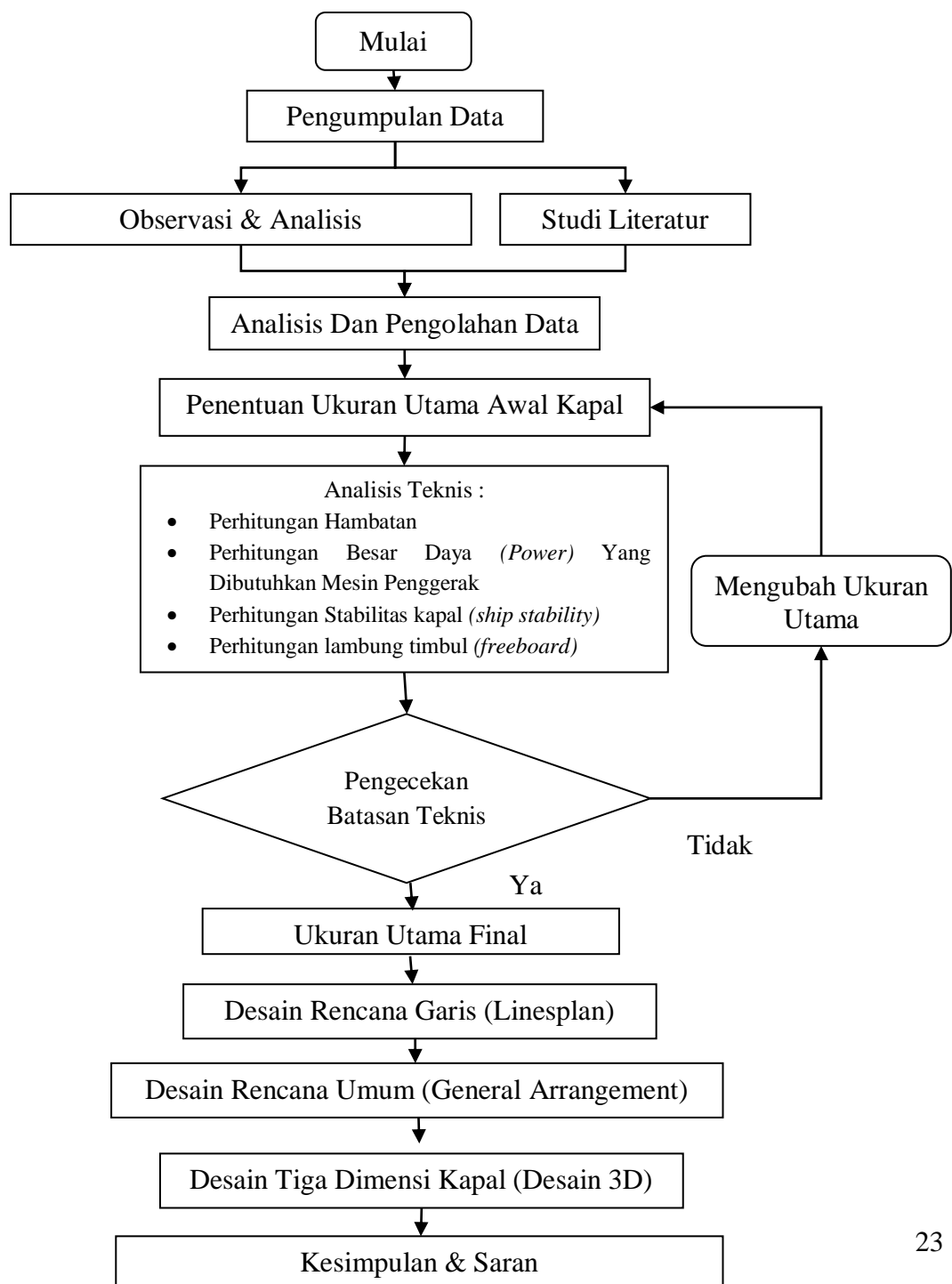
Untuk transportasi menuju Pulau Pisang, para wisatawan dapat menggunakan travel yang telah menyediakan perjalanan kesana ataupun menyewa mobil. Perjalanan darat yang akan ditempuh sekitar 6 jam dari kota Lampung dan untuk penyebrangan laut selama 1 jam jika dari Pasar Krui dan 15-20 menit jika dari dermaga Tembakak. Untuk menginap di Pulau Pisang, wisatawan bisa menggunakan homestay rumahan yang telah tersedia di Pulau Pisang. Satu homestay biasanya hanya dapat menampung maksimal 6-10 orang, namun karena keramahan penduduk biasanya juga banyak homestay dadakan yang kira-kira bahkan bisa menampung untuk jumlah 40 orang wisatawan yang akan menginap disana. (Virdaltaia, 2013). Sebenarnya Guna mendapatkan tempat bermalam di pulau ini tidak susah, banyak warga yang siap menampung siapapun yang mau ditampung, ini semua terjadi tanpa ada biaya yang dibatasi, bahkan gratis (Novianda, 2014)



**Gambar III.5 Rombongan wisatawan ke Pulau Pisang**  
(pulaupisang-pesisirbarat.blogspot.com, 2014)

## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

Proses pengerjaan Tugas Akhir ini memerlukan adanya metode-metode pengerjaan dan analisis perhitungan yang baik, mulai dari proses pengumpulan data, pengolahan data, metode yang digunakan, dan model penelitian yang dipakai, hingga analisis perhitungan. Seperti dijelaskan pada diagram alir berikut.



**Gambar IV.1 Diagram Alir Pengerjaan**

#### IV.1. Pengumpulan Data

Tahap pertama yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah pengumpulan data, data yang dimaksud yaitu data yang relevan dan mencakup segala aspek yang berhubungan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Data untuk kapal pembanding tidak digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, karena kapal yang akan didesain adalah *Semi-Submarine*. Didapatkan ada untuk skala Internasional, tetapi data yang diperoleh dengan batasan-batasan *deadweight*, tahun pembuatan, maupun parameter lainnya tidak didapatkan hasil regresi yang maksimal, karena kapal jenis ini masih tergolong sedikit jika dibandingkan dengan kapal niaga yang lain. Maka dari itu diputuskan bahwa proses desain kapal menggunakan estimasi sendiri, dimana nantinya terdapat referensi-referensi untuk mendukung proses desain tersebut. Berikut data-data yang dibutuhkan antara lain:

1. Data Kapal

Dari Data Kapal sangat dibutuhkan dan digunakan acuan dalam menentukan ukuran utama dari kapal yang akan dirancang. Dari data dapat ditentukan ukuran utama awal sebelum nantinya dilakukan pemvariasian ukuran utama untuk mendapatkan ukuran utama. Data ini didapat dari kapal sejenis yang sudah ada dan sudah terbukti dapat beroperasi dengan baik.

2. Data Perairan

Data ini meliputi data kondisi perairan yang dilalui oleh kapal wisata ini. Data perairan ini meliputi kedalaman perairan, tinggi gelombang rata-rata, kecepatan angin, serta data mengenai dermaga yang akan digunakan. Data ini diperlukan untuk mengetahui kondisi perairan dan dapat dijadikan acuan dalam perhitungan hambatan kapal sehingga *power* yang diperlukan dapat diketahui.

#### IV.2. Pengolahan Data

Setelah semua data yang telah disebutkan di atas terkumpul maka langkah selanjutnya adalah mengolah data-data tersebut hingga dapat membantu untuk menghasilkan desain yang memenuhi syarat. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut.

##### IV.2.1. Menentukan Payload

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan berapa jumlah muatan yang akan diangkut oleh kapal yang sedang didesain. Langkah ini merupakan langkah pertama, karena *payload* merupakan satu poin penting dari *owner's requirements*.



Langkah ini meliputi proses jumlah penumpang yang akan naik ke kapal dan dengan jumlah homestay serta pengunjung yang datang ke Pulau Pisang maka bisa menentukan perkiraan *payload* yang akan digunakan..

Dengan demikian dapat ditentukan *payload* yaitu berapa orang yang akan dimuat ke kapal secara efektif.

#### **IV.2.2. Menentukan Kecepatan Dinas**

Selanjutnya setelah penentuan rute kapal, maka dapat ditentukan kecepatan dinas yang akan direncanakan untuk pengoperasian kapal. Dalam penentuan kecepatan dinas, data yang dibutuhkan adalah seberapa jauh jarak antara rute pelayaran untuk operasi kapal. Setelah mengetahui jarak antar pelabuhan dengan satuan *nautical mile*, maka dapat divariasikan berbagai kecepatan dalam satuan *knot*. Namun dengan mempertimbangkan jenis kapal dan kondisi muatan kapal maka ditentukan pula batasan dari variabel kecepatan yang akan divariasikan, yaitu 7 *knot*.

#### **IV.2.3. Menentukan Ukuran Utama**

Setelah menentukan *payload* dan rute, kemudian bisa menentukan ukuran utama awal. Penentuan ukuran utama awal berdasarkan contoh kapal yang sudah ada dan jumlah efektif wisatawan yang akan berkunjung ke Pulau Pisang

### **IV.3. Perhitungan Teknis**

Setelah ukuran utama dari kapal telah ditentukan maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan teknis. Dalam langkah ini perhitungan dibantu oleh *software Microsoft Excel 2013*. Perhitungan untuk langkah ini meliputi:

#### **IV.3.1. Perhitungan Hambatan**

Perhitungan hambatan dilakukan untuk memperoleh hasil pendekatan hambatan yang diterima oleh lambung kapal. Perhitungan ini dilakukan dengan metode *Holtrop*, yang mencakup bahwa hambatan kapal terdiri dari tiga komponen utama yaitu hambatan viskositas, hambatan karena tonjolan-tonjolan dari badan kapal, dan hambatan dari gelombang yang dibentuk oleh badan kapal. Dalam perhitungan hambatan ini nantinya dihasilkan dalam satuan *Newton*.

#### **IV.3.2. Perhitungan Propulsi**

Selain perhitungan pada hambatan nantinya akan dilakukan perhitungan propulsi pada kapal yang pada akhirnya menentukan seberapa besar *power* yang dibutuhkan

oleh kapal untuk mencapai kecepatan dinasnya. Perhitungan ini bertujuan untuk menemukan ukuran *power* yang dibutuhkan kapal, sehingga dapat dipilih jenis mesin dan ukuran mesin yang nantinya akan digunakan oleh kapal, beserta generator untuk membantu sistem kelistrikan dan sistem ventilasi untuk muatan di kapal.

#### **IV.3.3. Perhitungan Berat dan Titik Berat**

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan berat dari kapal yang mencakup DWT dan LWT. LWT merupakan berat mati dari kapal yaitu perhitungan berat badan kapal beserta bangunan atas dan rumah geladak, serta peralatan permesinan dan perlengkapannya. Sedangkan untuk DWT diperlukan jumlah *payload*, bahan bakar, minyak pelumas, air tawar, jumlah kru, dan lain-lain. Setelah kedua perhitungan berat dilakukan selanjutnya adalah menentukan titik berat dari kedua komponen berat tersebut, untuk menentukan trim dan stabilitas kapal.

#### **IV.3.4. Perhitungan Stabilitas**

Perhitungan stabilitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan kapal untuk kembali ke kedudukan semula ketika terkena gaya oleng saat berlayar. Perhitungan stabilitas dilakukan dengan pendekatan untuk sesuai dengan kriteria *IMO* resolusi A.749 (18) dan BKI Rules For Small Vessel Up To 24m.

#### **IV.3.5. Perhitungan *Freeboard***

Perhitungan *freeboard* dilakukan untuk mengetahui lambung timbul kapal apakah masih dalam batas yang diizinkan atau tidak. Sehingga perhitungan ini menentukan keamanan saat dalam pelayaran, karena *freeboard* yang terlalu kecil akan membahayakan kapal, namun *freeboard* yang terlalu besar akan merugikan keuntungan yang diperoleh dari kapal. Maka dari itu diperlukan perhitungan yang sesuai dan akurat yang menyangkut dengan kondisi sarat kapal.

#### **IV.4. Pembuatan Rencana Garis**

Langkah selanjutnya adalah proses pembuatan Rencana Garis, yaitu dimana kelengkungan-kelengkungan dari bentuk badan kapal dapat dilihat dalam langkah ini, yang nantinya menentukan bentuk *streamline* dari kapal. Pembuatan Rencana Garis dapat dilakukan setelah melakukan proses perhitungan teknis, yang menunjukkan bahwa ukuran utama kapal sudah sesuai. Dalam langkah ini digunakan *software Maxsurf 11.12* untuk membantu menyelesaikan pembuatan Rencana Garis dari kapal.

Pada proses ini nantinya kapal akan dibagi dalam beberapa *section* yaitu pembagian kapal secara melintang, kemudian dibagi dalam beberapa garis air secara horizontal, dan kemudian ke arah vertikal.

#### **IV.5. Pembuatan Rencana Umum**

Dari Rencana Garis yang telah dibuat maka selanjutnya dapat dibuat desain Rencana Umum, yaitu merupakan gambar lengkap dari kapal yang didesain secara menyeluruh dari pandangan atas, yang meliputi geladak utama, bangunan atas serta rumah geladak di setiap tingkat. Kemudian dalam langkah ini juga terdapat pandangan kapal dari samping untuk mengetahui sistem penataan muatan dan pembagian ruang muat dari kapal. Dalam langkah ini nantinya digunakan *software AutoCAD 2007* untuk membantu menyelesaikan desain Rencana Umum.

#### **IV.6. Pembuatan Tiga Dimensi**

Dari pembuatan Tiga Dimensi ini dapat membayangkan secara langsung seperti apa model kapal yang dibuat. Dari situ bisa dilihat dari sisi estetika kapal tersebut.

#### **IV.7. Kesimpulan dan Saran**

Setelah semua langkah selesai, kemudian dilakukan penarikan kesimpulan dari analisis dan perhitungan yang telah dilakukan. Kesimpulan berupa ukuran utama dari kapal, jumlah *payload* yang dapat dimuat oleh kapal, rute pelayaran dari kapal dan kecepatan dinas kapal.

Sedangkan saran berisi tentang hal-hal yang dapat dikembangkan dari Tugas Akhir ini, yang nantinya dapat dijadikan judul oleh Tugas Akhir selanjutnya, serta kekurangan-kekuarangan yang terdapat dalam Tugas Akhir ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB V**

### **ANALISIS TEKNIS**

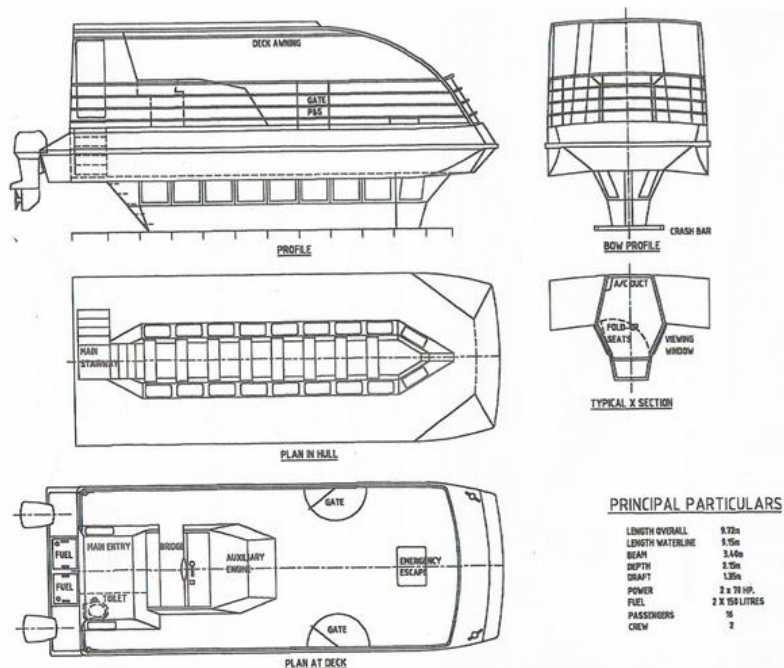
#### **V.1. Owner's Requirements**

##### **V.1.1. Perencanaan Muatan**

Langkah pertama dalam proses desain kapal adalah merencanakan *owner's requirements*, salah satunya adalah *payload*, atau muatan yang diangkut oleh kapal. Dalam hal ini, muatan yang dimaksud adalah jumlah penumpang. Maka dari itu dibutuhkan data awal untuk merencanakan muatan kapal, yaitu jumlah penumpang yang akan berkunjung ke Pulau Pisang. Kurangnya informasi tentang jumlah pengunjung dari Badan Pusat Statistik menjadikan alasan untuk pengambilan keputusan tentang jumlah penumpang kapal ditentukan dari pengalaman wisatawan yang pernah berkunjung kesana dan mengambil dari *Semi-Submarine* yang sudah ada. Data dari pengunjung dan *Semi-Submarine* di dapat dari blog pengunjung yang ada di internet. Jumlah penginapan yang berada di Pulau Pisang juga dijadikan pertimbangan untuk penentuan jumlah penumpang, itu disebabkan karena untuk melihat Lumba-Lumba wisatawan berangkat pagi sekitar pukul 07.00 dan sore 16.00, jadi untuk itu memang dibutuhkan penginapan yang dapat menampung wisatawan yang akan berkunjung ke Pulau Pisang (Virdaltaia, 2013).

Dari sumber yang didapatkan, jumlah wisatawan yang berkunjung ke Pulau Pisang sehari harinya biasanya hanya berkisar 10-15 orang, namun pada musim liburan wisatawan yang berkunjung bisa mencapai lebih dari 30 orang. (Sujarwo, 2014). Kemudian, untuk penginapan di Pulau Pisang, banyak homestay yang menyediakan. Biasanya satu homestay dapat menampung 6-10 orang, tapi karena keramahan penduduk untuk penginapan akan banyak homestay dadakan yang ada di Pulau Pisang. (Martika, 2014)

Setelah mengetahui jumlah pengunjung dan penginapan yang ada di Pulau Pisang, pengambilan keputusan untuk jumlah penumpang juga dari *Semi-Submarine* yang sudah ada. Pengambilan contoh *Semi-Submarine* dari perusahaan *English Engineering* di Australia. *Semi-Submarine* yang di ambil berukuran 9,5 m dan berpenumpang 16 orang karena kondisi Pulau Pisang yang masih berkembang dalam mendatangkan wisatawan.

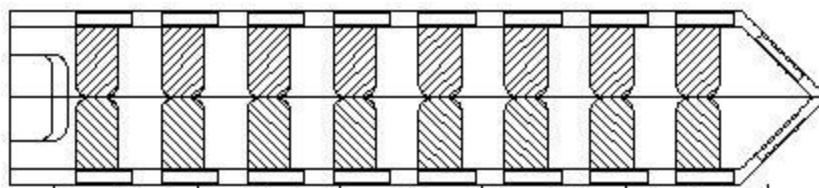


**Gambar V.1 Semi-Submarine** buatan *English Engineering* ([www.englisheng.com.au](http://www.englisheng.com.au), 2015)

Dari penjelasan diatas didapatkan keputusan untuk jumlah penumpang *Semi-Submarine* sekitar 16 orang dengan tambahan 2 orang kru.

### V.1.2. Perencanaan Ukuran

Setelah mendapatkan jumlah muatan untuk *Semi-Submarine*, langkah selanjutnya adalah mencari ukuran utama awal. Untuk mencari ukuran utama awal, dibutuhkan *layout* awal yang menjadi tempat penumpang.



**Gambar V.2 Layout awal penumpang Semi-Submarine**

Dengan mempertimbangkan kenyamanan penumpang dan ukuran kursi, maka didapatkan *layout* untuk tempat penumpang seperti gambar VI.2 dengan rincian ukuran sementara:

- Ukuran kursi : 500 x 300 mm
- Tangga : 600 x 300 mm
- Panjang : 5,73 m

- Lebar : 1,21 m

Setelah menentukan ukuran kursi penumpang dan tangga akses ke dalam, langkah selanjutnya mencari ukuran utama awal sebagai patokan awal yang digunakan untuk merancang *Semi-Submarine*. Dengan mempertimbangkan layout penumpang dan contoh yang sudah ada didapatkan ukuran utama awal sebagai berikut :

- $L = 8,870$  m
- $B = 3,618$  m
- $H = 2,850$  m
- $T = 1,650$  m
- $V = 7$  knot

Ukuran awal didapatkan dari pertimbangan kenyamanan penumpang dan contoh *Semi-Submarine* yang sudah ada.

### V.1.3. Perencanaan Rute

Langkah selanjutnya adalah perencanaan rute, yaitu sebagai salah satu komponen dari *owner's requirements*. Dalam perencanaan rute hal pertama yang harus diketahui adalah potensi wisata yang terdapat di sekitar Pulau Pisang.

Perencanaan rute yang diambil adalah bagian utara perairan Pulau Pisang. Pada bagian utara Pulau Pisang penutupan lahan pantai berupa pohon kelapa dan lahan terbuka sehingga menjadi daya tarik bagi pengunjung untuk melakukan kegiatan wisata. Proses tutupan karang di Pulau Pisang bagian utara mempunyai luasan 72,40%. Semakin rapat persen tutupan karang yang ada maka akan semakin banyak ikan-ikan karang yang terdapat di dalamnya, karena karang menghasilkan makanan bagi ikan dan di sinilah terjadi proses rantai makanan. Terbukti jenis ikan karang yang menempati Pulau Pisang bagian utara berjumlah 50 ragam. (Charisma Putra, 2013)

Kecepatan rata-rata arus di Pulau Pisang adalah 45 cm/s (0,8 knot) dan untuk kedalaman perairan Pulau Pisang bagian Utara berkisar 3-6 meter. Kedalaman ini bisa dijadikan sarana wisata memancing dan pelaran *Semi-Submarine* untuk melihat keindahan biota bawah laut dan Lumba-Lumba. (Charisma Putra, 2013)



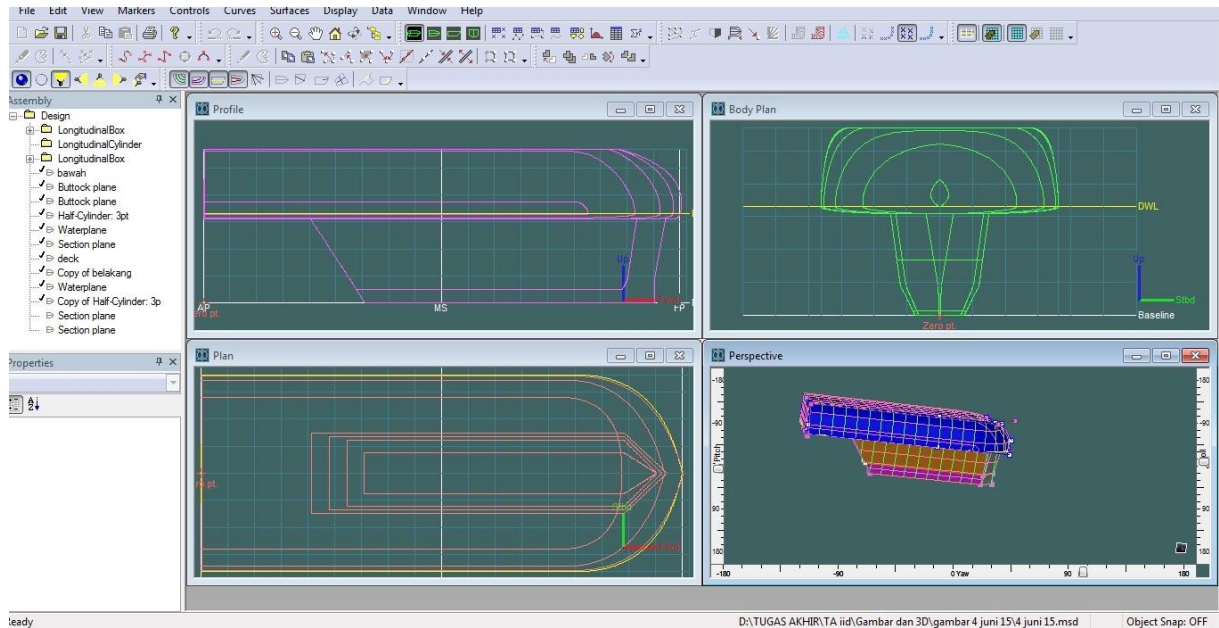
**Gambar V.3 Perencanaan Rute Semi-Submarine**  
([www.google-earth.com](http://www.google-earth.com), 2015)

Banyaknya potensi wisata di sebelah utara Pulau Pisang, menjadikan alasan untuk rute perencanaan *Semi-Submarine*. Benteng jarak pada garis merah gambar VI.3 sejauh 2,159 Nm atau 4 Km. Dengan kecepatan 7 knot, *Semi-Submarine* bisa menempuh dermaga (A) ke lokasi spotting (B) selama 15 menit. Selama spotting Lumba-Lumba wisatawan diberikan waktu 15 menit untuk menikmatinya. Untuk menambah pengalaman, wisatawan diajak ke pinggir pantai (C) yang berjarak sekitar 60m setelah dari lokasi spotting untuk menikmati keindahan pantai di bagian utara Pulau Pisang. Wisatawan diizinkan turun ke pantai selama 30 menit. Setelah 30 menit, wisatawan kembali menuju dermaga selama perjalanan 15 menit. Jadi untuk lama wisata perjalanan *Semi-Submarine* dibutuhkan waktu selama 75 menit dengan harapan wisatawan bisa puas menikmati keindahan potensi wisata yang ada.

## **V.2. Pembuatan *Lines Plan* Awal**

Dari data ukuran utama awal yang di dapatkan, langkah selanjutnya adalah pembuatan *lines plan* dengan bantuan *software* Maxsurf Pro. Pada gambar VI.4 akan kita lihat model *Lines Plan* yang di dapatkan dari *software* Maxsurf Pro.





**Gambar V.4 Lines Plan Dari Software Maxsurf Pro**

Pembuatan lines plan dilakukan dengan mengambil satu sample design kapal dengan bentuk hull yang tersedia di dalam Maxsurf Pro itu sendiri. Dari sample design tersebut kemudian dilakukan pengaturan-pengaturan pada menu bar Data agar lines plan yang didapat sesuai dengan ukuran utama optimal (Gustian P., 2013)

Pengaturan-pengaturan tersebut antara lain sebagai berikut:

a. Grid Spacing

Menu Grid Spacing digunakan untuk menentukan jumlah dan jarak antar station, buttock lines, serta water lines dari model yang akan dibuat.

b. Frame of Reference

Digunakan untuk menentukan sarat (T) dari model yang dibuat serta letak titik After Perpendicular (AP) dan Fore Perpendicular (FP).

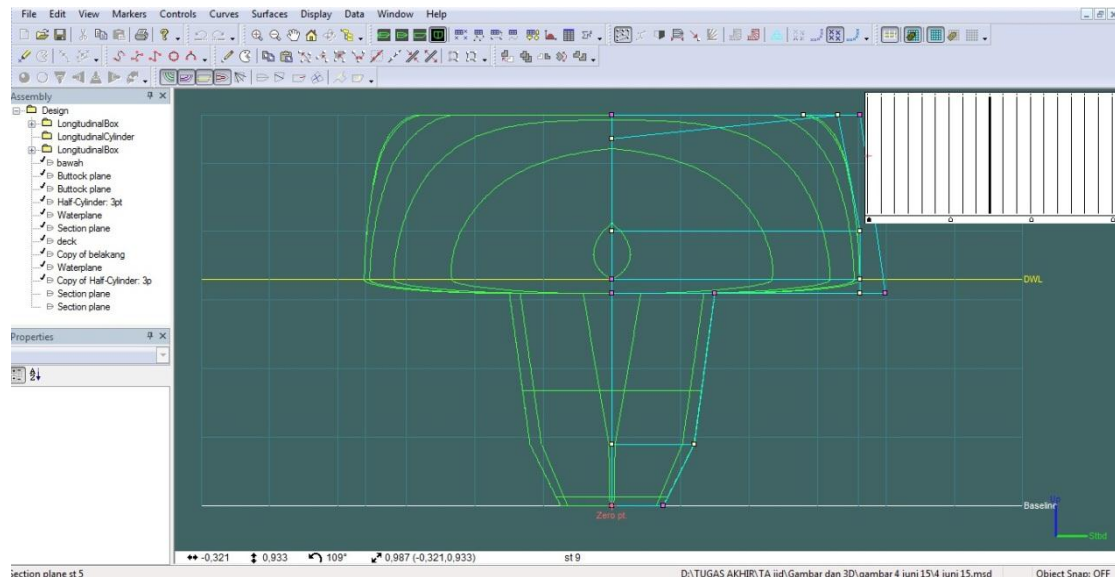
c. Zero Point

Zero Point digunakan untuk menentukan titik acuan (titik nol) yang digunakan. Titik acuan ini terdiri dari titik acuan secara melintang serta memanjang. Umumnya yang dijadikan titik acuan adalah titik AP serta perpotongan base line dengan centre line.

d. Parametric Transformation

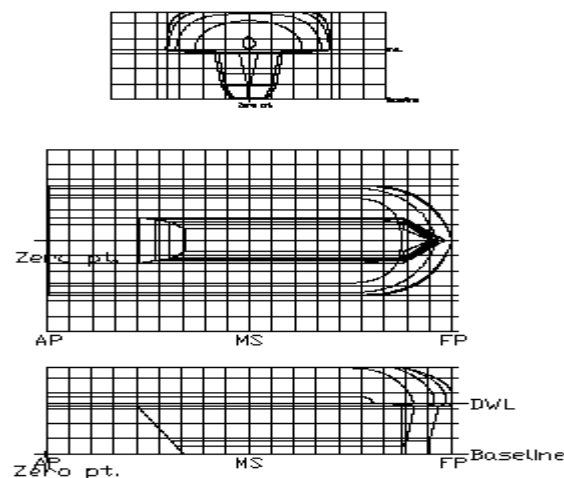
Menu ini digunakan untuk menentukan ukuran utama model yang akan dibuat. Terdiri dari panjang kapal, lebar, serta sarat.

Setelah pengaturan di atas selesai dilakukan maka akan didapatkan lines plan awal. Lines plan awal ini masih perlu dilakukan proses editing lebih lanjut dengan melakukan pengeseran secara manual control point yang ada sehingga didapatkan bentuk hull yang diinginkan. Gambar VI.5 di bawah ini menampilkan control point yang dimaksud di atas.



**Gambar V.5 Body Plan dengan Control Point**

Setelah proses *editing control point* selesai dilakukan dan *lines plan* sudah sesuai dengan ukuran utama optimal maka langkah selanjutnya adalah melakukan *export* gambar *body plan*, *sheer plan*, serta *half-breadth plan* ke *software* AutoCAD 2007 untuk dilakukan proses *editing* akhir serta pemberian keterangan gambar. Hasil export lines plan ke AutoCAD 2007 adalah seperti pada gambar VI.6 di bawah ini.



**Gambar V.6 Lines Plan hasil ekspor dari Maxsurf ke Autocad**

Desain *Lines Plan* akhir bisa dilihat pada lampiran

### V.3. Perhitungan Teknis

Setelah didapatkan ukuran utama kapal yang optimal serta desain lines plan, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan perhitungan awal. Perhitungan awal meliputi perhitungan froud number, perhitungan coefficient (Cb, Cm, Cp, dan Cwp) serta displacement dan volume displacement.

#### V.3.1. Perhitungan Froud Number

*Froud Number* dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \times L}}$$

(*Parametric Design, Chapter 11 hal 11-1*)

Dimana :

Fn = froud number (0– 1,0)

V = kecepatan kapal (knot)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

L = panjang kapal (m)

Dari hasil optimasi didapatkan :

Vs = 7 knot

= 3,601 m/s

L = 8,87 m

Maka :

Fn =	$\frac{Vs}{\sqrt{g \cdot L_{PP}}}$		
=	0,386		

#### V.3.2. Perhitungan *Displacement*

Perhitungan displacement pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan membuat bonjean curve dari lines plan terlebih dahulu, yaitu:

##### 1 Volume *Displacement*

Untuk perhitungan volume displacement menggunakan luasan stasion yang didapatkan dari pembuatan *Lines Plan* sebelumnya, bisa dilihat pada tabel V.1 dibawah ini.

Tabel V.1 Perhitungan mencari volume *displacement*

Bonjean Curve

keterangan :

\* jarak antar WL

0,1

m

\* jarak antar station

0,495

m

L

=

8,870

B

=

3,618

t

=

1,65

Perhitungan Volume Displacement Semi-Submarine

Station	Chart	A [m <sup>2</sup> ]	fa	fb	FS (a+b)	A * FS
Transom	0	0				
AP	1	0,315	0	1	1	0,315
1	2	0,315	0	4	4	1,258
2	3	0,315	1	1	2	0,629
3	4	0,315	4	0	4	1,258
4	5	0,315	1	1	2	0,629
5	6	1,306	0	4	4	5,225
6	7	2,282	1	1	2	4,563
7	8	2,332	4	0	4	9,326
8	9	2,332	1	1	2	4,663
9	10	2,332	0	4	4	9,326
10	11	2,332	1	1	2	4,663
11	12	2,332	4	0	4	9,326
12	13	2,332	1	1	2	4,663
13	14	2,332	0	4	4	9,326
14	15	2,332	1	1	2	4,663
15	16	2,204	4	0	4	8,816
16	17	1,936	1	1	2	3,872
17	18	0,638	0	4	4	2,552
FP	19	0,078	1	1	1	0,078
Σ <sub>1</sub> =		28,670	Σ <sub>2</sub> =			85,154

Di mana :

A = luasan tiap station sampai sarat (m<sup>2</sup>)

FS = faktor Simpson

$\Sigma_1$  = total luasan

$\Sigma_2$  = total luasan tiap station dikali faktor Simpson

Jarak tiap station (h) = 0,495 m

Maka, volume displacement untuk satu hull :

$$\begin{aligned} V &= 1/3 \times \Sigma 2 \times h \\ &= 1/3 \times 85,154 \times 0,495 \\ &= 14,050 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## 2 Displacement

Formula yang digunakan untuk menghitung *displacement* adalah :

$$\begin{aligned} D &= V \cdot \rho \quad , \rho = 1025 \text{ kg/cm}^3 \\ &= 14,402 \text{ ton} \end{aligned}$$

### V.3.3. Perhitungan Koefisien

#### 1 Koefisien Blok (Cb)

$$\begin{aligned} C_b &= V / (L_{wl} \times B \times T) \\ &= 14,05 / (8,87 \times 3,618 \times 1,65) \\ &= 0,265 \end{aligned}$$

#### 2 Midship Coeficient (Cm)

$$\begin{aligned} C_m &= 1,006 - 0,0056 C_b^{-3,56} \\ &= 0,376 \end{aligned}$$

#### 3 Prismatic Coeficient (Cp)

$$\begin{aligned} C_p &= \frac{C_B}{C_M} \\ &= 0,706 \end{aligned}$$

#### 4 Waterplant Coeficient (Cwp)

$$\begin{aligned} C_{wp} &= 0,180 + 0,860 \cdot C_p \\ &= 0,787 \end{aligned}$$

### V.3.4. Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Dengan demikian kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang diinginkan oleh pemilik kapal sesuai dengan *owner's requirements*.

Metode Holtop-Mennen dalam melakukan estimasi hambatan kapal merupakan sebuah metode numeric yang dihasilkan dari analisis statistic dari pengujian hambatan terhadap 191 model dengan tipe yang berbeda-beda.

1 Hambatan gesek (frictional resistance)  $R_f$

$$R_F = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_F$$

$$S = L(2T+B) C_M^{0.5} (0.4530 + 0.4425 C_B - 0.2862 C_M - 0.00346 \frac{B}{T} + 0.3696 C_{WP}) + 2.38 \frac{A_{BT}}{C_B}$$

$$= 37,937 \text{ m}^2$$

$$C_F = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2}$$

$$Rn = L_{wl} \cdot \frac{Vs}{v}$$

$$= 26877747$$

$$C_F = 0.075 / ((\log 34877183) - 2)^2$$

$$C_F = 0,002544$$

$$R_F = (1/2) * (1.0) * (3.33) * (31.736) * (0.002441)$$

$$R_F = 1,489$$

2 Wave Making Resistant  $R_w$

Untuk menghitung hambatan gelombang, dibutuhkan masukan data seperti berat *displacement*. Adapun rumus diberikan sebagai berikut:

$$\frac{R_w}{W} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{\{m_1 \cdot F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})\}}$$

[PNA Vol.II hal 92]

$$\bullet \quad C_1 = C1 = 2223105 \left(\frac{B}{L}\right)^{3.78613} \cdot \left(\frac{T}{B}\right)^{1.07961} \cdot (90 - i_E)^{-1.37565}$$

$$C_1 = 213,156$$

$$\bullet \quad C_2 = 1, \quad \text{tanpa bulb}$$

$$\bullet \quad C_3 = 1 - 0.8 AT / (B.T.CM)$$

$$AT = \text{the immersed area of the transom at zero speed}$$

$$AT = 0 \quad \text{m}^2$$

$$R_R = 4,151 \text{ Kn}$$

Setelah semua harga komponen hambatan total sudah didapatkan, maka selanjutnya hambatan total (RT) (dengan kulit kapal dalam keadaan bersih) dapat dihitung dengan rumus yang sudah diberikan sebelumnya di atas. Didapatlah harga hambatan total (RT) sebesar 5,641 kN.

### V.3.5. Penentuan Daya Motor

- Perhitungan awal
 
$$1+k = 0,930$$

$$C_F = 0.002644$$

$$C_A = 0.0008$$

$$C_V = (1+k) \cdot C_F + C_A$$

$$= 0.00236$$

$$w = 0.3 \cdot C_B + 10 \cdot C_V \cdot C_B - 0.1$$

$$= 0.014$$

$$t = 0.1 \quad (\text{Principle of Naval Architecture Vol II hal 163})$$
- Effective Horse Power (EHP)
 
$$\text{EHP} = R_T \cdot V_s$$

$$\text{EHP} = 20,314 \text{ kW}$$
- Break Horse Power (BHP)
 
$$\text{BHP} = \text{EHP} + 5\% \text{EHP}$$

$$\text{BHP} = 29,02 \text{ HP}$$

Maka untuk 2 mesin kapal, daya yang digunakan satu mesin nya menjadi 12 kW. Adapun untuk daya genset yang akan dipakai, bisa didapatkan pada katalog genset yang disesuaikan dengan pemilihan mesin induk kapal. Dalam hal ini genset yang akan digunakan diambil dari katalog MARATO. Untuk detail perhitungan perkiraan daya motor induk terlampir.

Dari perhitungan tersebut dipilih daya motor dan genset sebagai berikut :

- o Motor Penggerak Utama

**Tabel V.2 Spesifikasi Motor Induk**

Jenis Motor	7GX-8-AC-AS Mesin tempel diesel
Jumlah	2 buah
Daya	20 kW
Panjang	416 mm
Lebar	465 mm
Tinggi	495 mm
Berat	80 kg/item



**Gambar V.7 Motor Penggerak Utama**

o Genset

**Tabel V.3 Spesifikasi Genset**

Jenis Genset	MT4000S
Jumlah	1 buah
Daya	2000 watt
Panjang	375 mm
Lebar	320 mm
Tinggi	320 mm
Berat	30 kg/item



**Gambar V.8 Generator yang digunakan**



### V.3.6. Perhitungan Berat Baja

Metode yang digunakan untuk estimasi dari berat struktur lambung kapal menggunakan pendekatan yang dikembangkan oleh Grubisic dan Begovic. Pendekatan estimasi yang dikembangkan oleh Grubisic dan Begovic ini berdasar pada pendekatan estimasi berat struktur kapal yang dikemukakan oleh Watson dan Gilfillan, hanya saja Pendekatan estimasi berat struktur lambung kapal yang dikembangkan oleh Grubisic dan Begovic ini diaplikasikan untuk small craft. Metode ini mengemukakan bahwa berat dari struktur lambung berdasar dari estimasi luasan pelat empat komponen utama, sebagai contoh pelat alas, pelat sisi, pelat geladak dan sekat. Empat luas permukaan tersebut dapat diestimasi menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{array}{lll} \text{Bottom} & : & S_1 = 2,825 \cdot \sqrt{(\Delta_{FL} \cdot L_P)} \\ \text{Sides} & : & S_2 = 1,09 \cdot (2 \cdot L_{OA} + B_M) \cdot (D_X - T_X) \\ \text{Deck} & : & S_3 = 0,823 \cdot ((L_{OA} + L_{WL})/2) \cdot B_M \\ \text{Bulkhead} & : & S_4 = 0,6 \cdot N_{WTB} \cdot B_M \cdot D_X \end{array}$$

Sumber : (Grubisic)

Karena berat dari tiap luasan berbeda maka perlu dilakukan pengurangan area untuk berdasarkan asumsi perbedaan pembebanan yang didapat menggunakan persamaan berikut:

$$S_R = S_1 + 0,73 \cdot S_2 + 0,69 \cdot S_3 + 0,65 \cdot S_4$$

Untuk membuat allowance untuk full load displacement maka perlu digunakan faktor koreksi. Faktor koreksi ini dikembangkan oleh Lloyd's Register untuk fast craft dimana seperti persamaan berikut:

$$\Delta_{LR} = 0,125 \cdot (L_{LR}^2 - 15,8) \text{ tonnes}$$

Selanjutnya diperlukan juga faktor koreksi untuk 4% koreksi panjang kapal, faktor koreksinya adalah sebagai berikut:

$$f_{DIS} = 0,7 + 2,4 \cdot \sqrt{(L_{WL}^2 - 15,8)}$$

Faktor untuk pengaruh dari rasio T/D juga perlu diaplikasikan, persamaan dari faktor tersebut adalah sebagai berikut:

$$C_{(T/D)} = 1,144 \cdot (T_X/D_X)^{0,244}$$

Dengan ukuran utama kapal :

$$\begin{array}{ll} \text{disp} = & 14,401 \text{ tonnes} \\ L_{PP} = & 8,87 \text{ metre} \\ L_{OA} = & 9,39 \text{ metre} \end{array}$$

$$L_{WL} = 8,87 \text{ metre}$$

$$B_M = 3,62 \text{ metre}$$

$$D_X = 2,85 \text{ metre}$$

$$T_X = 1,65 \text{ metre}$$

$$N_{WTB} = 5 \text{ unit}$$

Maka didapatkan berat struktur :

$$\text{Bottom: } S_1 = 31,9291387$$

$$\text{Sides: } S_2 = 28,276344$$

$$\text{Deck: } S_3 = 26,60498109$$

$$\text{Bulkhead: } S_4 = 30,9339$$

$$S_R = 91,03534177$$

$$C_{T/D} = 1,001174918$$

$$f_{DIS} = 1,249710463$$

$$\text{disp } L_R = 7,8596125$$

$$E_S = 113,901487 \text{ m}^2$$

$$K_S = 0,012$$

$$W_{s1} = 6,521767913 \text{ tonnes}$$

Kemudian di cari koreksi nya :

**Tabel V.4 LR SSC Services Areas Definition**

Service area notation	NLR	Range to refuge NM	Min. Wave height H1/3 m	Design pressure factor
G1	1	Sheltered waters	0,6	0,60
G2	2	20	1,0	0,75
G3	3	150	2,0	0,85
G4	4	250	4,0	1,00
G5	5	>250	>4,0	1,20
G6	6	Unrestricted service	>4,0	1,25

Sumber : (Grubisic)

$$NLR = 1$$

$$f_{SAR} = 0,783$$

**Tabel V.5 Faktor koreksi Tipek Kapal**

<b>Service type</b>	<b><math>F_{SRV}</math></b>
MIL	1,007
MY	1,013
PATROL	1,089
WORK	1,384
SAR	1,439

Sumber : (Grubisic)

$$f_{SRV} = 1,384$$

**Tabel V.6 Faktor Koreksi Material Sturktur**

<b>Hull structural material</b>	<b><math>f_{MAT}</math></b>
MILD STEEL	17,28
HTS	11,03
AL	7,86
FRP	11,36
FRPS	7,00
WLAM	9,00

Sumber : (Grubisic)

$$f_{MAT} = 1,5$$

Total berat struktur kapal yang didapat adalah 10,601 ton. Dengan kondisi kapal yang bagian jendela bawah air nya kaca dan di tambah bangunan atas, maka perhitungan di lanjutkan dengan mempertimbangkan bera kaca dan bangunan atas

Berat Baja untuk bagian yang terpotong kaca

$$\text{Tebal pelat} = 0,012 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 0,0864 \text{ m}^3$$

$$\text{Massa Jenis} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volume} \times \text{masa jenis}$$

$$\text{Berat} = 678,24 \text{ Kg}$$

$$= 0,67824 \text{ Ton}$$

Berat Acrylic

Side = 4,8 m<sup>2</sup>

Depan = 2,4 m<sup>2</sup>

Total = 7,2 m<sup>2</sup>

masa jenis acrylic = 1190 kg/m<sup>3</sup>

Berat kaca = 102,816 kg

= 0,102816 ton

Total Berat setelah dicampur Kaca

$W_s = 10,022$  Tonnes

Kemudian ditambah berat bangunan atas

Atap = 6,08 m<sup>2</sup>

Sisi Kiri & Kanan = 17,85 m<sup>2</sup>

Depan = 3,04 m<sup>2</sup>

Belakang = 3,14352 m<sup>2</sup>

Jumlah = 30,11352 m<sup>2</sup>

Tebal pelat = 0,006 m

Volume BA = 0,18068112 m<sup>3</sup>

Masa jenis Baja = 7850 kg/m<sup>3</sup>

Berat BA = 1418,346792 kg

= 1,418346792 ton

Sehingga berat baja keseluruhan adalah 11,44 ton

### V.3.7. Perhitungan DWT

DWT itu terdiri dari payload atau muatan bersih, *consummable* dan *crew*. *Payload* berharga 90% dari DWT, *consummable* terdiri dari bahan bakar (*fuel oils*), minyak lumas (*lubrication oils*), minyak diesel (*diesel oils*), air tawar (*fresh water*) dan barang bawaan (*provision and store*). Setelah berat diketahui maka dilakukan perhitungan titik berat DWT untuk mencari harga KG.

- Penumpang

**Tabel V.7 Berat Penumpang**

Penumpang + crew	=	18	persong
Berat Rata-rata Penumpang	=	75	kilograms
Total berat penumpang + Crew	=	1350	kilograms
	=	1,35	tonnes

- Bahan Bakar

**Tabel V.8 Kebutuhan Bahan Bakar**

<b>Main Engine</b>				
Daya Main Engine	=	8,80	kw	
Jumlah Mesin	=	2		
Seatime	=	0,50	Jam	
Koefisien konsumsi	=	0,004	Ton/hour	
Kebutuhan BB Main Engine	=	0,004	Ton	
Koreksi 10%		0,0004	Ton	
<b>Total BB Main Engine + 10%</b>	=	0,0042	Ton	
<b>Auxilliary Engine</b>				
Daya Auxilliary Engine	=	2,00	kw	
Jumlah Mesin	=	1		
Turn Around Time	=	1,00	Jam	
Koefisien konsumsi	=	0,00	Ton/hour	
Kebutuhan BB Auxilliary Engine	=	0,004	Ton	
Koreksi 10%		0,0004	Ton	
<b>Total BB Auxilliary Engine + 10%</b>	=	0,004	Ton	

- Air Tawar

**Tabel V.9 Kebutuhan Air Tawar**

Untuk penggunaan toilet	=	115	Liter
	=	0,1	ton

- Pelampung

**Tabel V.10 Penggunaan Pelampung**

Berat Pelampung	=	0,9	kg/orang
Berat Pelampung keseluruhan	=	0,9 x 18	kg
	=	16,2	kg
	=	0,0162	ton

Maka dari tabel di atas didapatkan total DWT 1,475 Ton

### V.3.8. Rekapitulasi Berat dan Titik Berat

Tabel V.11 Tabel LWT

Lightweight				
No	Item		Value	Unit
1	Steel Weight	=	11,444	ton
2	Machinery Plant Weight	=	0,190	ton
4	Kursi	=	0,400	ton
3	Wress Weight	=	0,582	ton
	Total	=	12,616	ton

Tabel V.12 Tabel DWT

Deadweight				
No	Item		Value	Unit
1	Penumpang	=	1,350	ton
2	Air Tawar	=	0,1	ton
3	Bahan Bakar	=	0,008	ton
4	Pelampung	=	0,0162	ton
	Total	=	1,383	ton

Maka untuk berat kapal adalah  $LWT + DWT = 14,090$  ton

Tabel V.13 Titik Berat Komponen

CoG of Stucture		
item	value	unit
Berat baja	11,444	ton
KG	1,9095	m
LCG	-0,70	% from midship
LCG	-0,062	m from midship
LCG	4,50	m from FP
CoG of Machinery		
item	value	unit
berat	0,160	ton
KG	2,500	m
LCG	4,497	m dari FP
CoG of AE		
berat	0,03	ton
KG	2,85	m
LCG	4,45	m dari FP
CoG of Fresh Water		
item	value	unit

berat	0,009	ton
KG	1,225	m
		m dari
LCG	4,389	FP
<b>Kursi</b>		
berat	0,400	ton
KG	0,335	m
		m dari
LCG	4,50	FP
<b>CoG of Passenger &amp; Belonging</b>		
berat payload	1,350	ton
KG	0,2955	m
		m dari
LCG	4,50	FP
<b>Residual Weight</b>		
berat cadangan	0,582	ton
KG	0,2955	m
		m dari
LCG	4,45	FP
<b>CoG of Total</b>		
item	value	units
total berat	14,090	ton
KG	1,6107837	m
		m dari
LCG	4,655	FP

### V.3.9. Perhitungan Hukum Archimedes

Perhitungan hukum Archimedes terkait gaya apung kapal dilakukan dengan membandingkan antara displacement awal kapal dengan displacement hasil perhitungan DWT + LWT. Untuk toleransi selisih antara displacement baru (DWT + LWT) dengan displacement lama adalah 0% – 10%  $\Delta$ awal. Sebagaimana telah diterangkan, selisih antara berat displasemen hasil perkalian L, B, T, koefisien blok dan massa jenis air laut harus dalam *range* 0% sampai 10%. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa selisih keduanya memenuhi *range* yang disyaratkan:

$$\Delta_{\text{baru}} = \text{DWT} + \text{LWT}$$

$$\text{LWT} = \text{total berat baja kapal} \quad [\text{ton}]$$

$$\text{DWT} = \text{payload} + \text{consumable} + \text{crew} \quad [\text{ton}]$$

$$\Delta_{\text{awal}} = 14,402 \quad \text{ton}$$

$$\text{LWT} = 12,616 \quad [\text{ton}]$$

$$\text{DWT} = 1,383 \quad [\text{ton}]$$

$$\Delta_{\text{baru}} = \text{DWT} + \text{LWT}$$

$$= 13,999 \quad [\text{ton}]$$

$$14,402 = 13,999$$

$$\text{Margin} = 2,8 \%$$

### V.3.10. Perhitungan *Freeboard*

Untuk perhitungan *freeboard* menggunakan *Non conventional standart vessel*

#### *Standard*

1. Lambung Timbul Awal (fb) untuk kapal Type A

- $\text{fb} = 0,5 \text{ L cm}$ , untuk L sampai dengan 50 m
- $\text{fb} = 0,8 (L/10)^2 + L/10 \text{ cm}$ , untuk L lebih dari 50 m

dimana, L adalah panjang kapal dalam meter

2. Lambung Timbul Awal (fb) untuk kapal Type B

- $\text{fb} = 0,8 \text{ L cm}$ , untuk L sampai dengan 50 m
- $\text{fb} = (L/10)^2 + (L/10) + 10 \text{ cm}$ , untuk L lebih dari 50 m

dimana, L adalah panjang kapal dalam meter

3. Koreksi Koefisien Blok ( $K_b$ )

Apabila  $K_b$  lebih besar dari 0,68; maka fb harus dikalikan dengan faktor:

$$\frac{0,68 + K_b}{1,36}$$

4. Koreksi Dalam (D)

Apabila D lebih besar dari seperlimabelas panjang kapal ( $L/15$ ), lambung timbul ditambah dengan:

- $20 (D - L/15) \text{ cm}$ , untuk L sampai dengan 50 m
- $(0,1 \text{ L} + 15) (D - L/15) \text{ cm}$ , untuk L lebih dari 50 m sampai dengan 100 m
- $25 (D - L/15) \text{ cm}$ , untuk L lebih dari 100 m

Dimana,

L adalah panjang kapal dalam meter;

D adalah dalam kapal, dalam meter.

Apabila D lebih kecil dari seperlimabelas panjang kapal ( $L/15$ ), tidak ada koreksi terhadap lambung timbul.

5. Koreksi bangunan atas dan trunk



Apabila kapal memiliki bangunan atas dan trunk tertutup, lambung timbul dikurangi dengan:

$$\frac{50 \sum (ls \times hs)}{L} \text{ cm}$$

Dimana,

L adalah panjang kapal dalam meter;

ls adalah jumlah panjang efektif bangunan atas dan trunk tertutup dalam meter;

hs adalah tinggi standar bangunan atas dan trunk tertutup dalam meter.

#### 6. Koreksi Lengkung

Koreksi lengkung kapal ditetapkan dengan cara sebagai berikut:

$$B = 0,125 L \text{ cm}$$

$$A = 1/6 [ 2,5 (L + 30) - 100 (Sf + Sa) (0,75 - S/2L) ] \text{ cm}$$

Koreksi lengkung kapal ditetapkan sebagai berikut

- A lebih besar dari 0, koreksi ditetapkan = A cm
- A lebih besar dari 0, dan harga mutlak A lebih besar B, koreksi ditetapkan = - B cm
- A lebih kecil dari 0, dan harga mutlak A lebih kecil B, koreksi ditetapkan = A cm

Dimana

- L adalah panjang kapal, dalam satuan meter;
- Sf adalah tinggi lengkung pada posisi garis tegak depan (FP) dalam satuan meter;
- Sa adalah tinggi lengkung pada posisi garis tegak belakang (AP) dalam satuan meter;
- S adalah panjang seluruh bangunan atas tertutup dalam satuan meter.

#### 7. Pengurangan Lambung Timbul

Apabila pada kapal type B dilengkapi dengan penutup palka dari baja ringan, lambung timbul kapal dikurangi sebagai berikut :

**Tabel V.14 Pengurangan Lambung Timbul**

Panjang (L)	≤ 100 m	110 m	120 m	≥ 130 m
-------------	---------	-------	-------	---------

Pengurangan (cm)	4	5	8	12
------------------	---	---	---	----

Sumber: (Kementrian Perhubungan Republik Indonesia, 2009)

Besarnya pengurangan untuk panjang kapal diantara besaran tersebut di atas didapat dengan Interpolasi linier.

#### 8. Lambung Timbul Minimum

1. Lambung timbul minimum Air Laut (L) untuk Kapal type A adalah lambung timbul setelah dikoreksi dengan penambahan atau pengurangan; Besarnya Lambung timbul tidak boleh kurang dari 5 (lima) cm.
2. Lambung timbul minimum Air Laut (L) untuk kapal type B adalah lambung timbul setelah dikoreksi dengan penambahan atau pengurangan Besarnya lambung timbul tidak boleh kurang dari 15 (lima belas) cm.

#### 9. Tinggi linggi haluan minimum

Tinggi linggi haluan yang ditentukan sebagai jarak vertikal pada garis tegak depan antara garis air yang berimpit dengan lambung timbul musim panas dan tonggak tungging rancangan serta bagian atas dari geladak yang terbuka tidak kurang dari:

Untuk kapal dengan panjang lebih kecil dari 250 meter:

$$56L \left( 1 - \frac{L}{500} \right) \left( \frac{1,36}{Kb + 0,68} \right) mm$$

Untuk kapal dengan panjang 250 meter dan lebih:

$$7000 \left( \frac{1,36}{Kb + 0,68} \right)$$

Di mana:

- L adalah panjang kapal dalam meter
- Cb adalah koefisien blok, tidak boleh lebih dari 0,68 atau Persyaratan tinggi linggi tidak dipersyaratkan untuk:
  1. Kapal tidak diawaki
  2. Kapal dengan panjang kurang dari 24 meter.

#### 10. Penetapan lambung timbul

- Hasil perhitungan lambung timbul atau garis muat harus dibandingkan dengan rancangan lambung timbul, dan diambil mana yang lebih besar.
- Lambung timbul tongkang geladak (Flat Top Barge) tidak diawaki, besaran yang diperoleh dari perhitungan, dikurangi 25 persen dan hasilnya

dibandingkan dengan rancangan lambung timbul, dan diambil mana yang lebih besar.

- yang digunakan terhadap kapal dengan panjang  $\leq 15$  meter ditetapkan langsung sebesar:
  - a. Lambung timbul tidak boleh kurang dari 250 mm untuk kapal yang berlayar di laut yang sangat terbatas. Untuk penentuan kawasan laut perairan terbatas akan ditetapkan oleh Otoritas yang berwenang. Sebagai petunjuk untuk penentuan kawasan laut tersebut adalah:
    - 1) Kondisi Moderat  
yaitu apabila tinggi gelombang pada keadaan tidak normal di kawasan tersebut tidak lebih dari 1,3 meter yang dihitung dari kedalaman palung gelombang sampai ke puncak gelombang.
    - 2) Kondisi Tenang  
yaitu apabila tinggi gelombang pada saat keadaan tidak normal di kawasan tersebut tidak lebih dari 0,5 meter yang dihitung dari kedalaman palung gelombang sampai ke puncak gelombang.
  - b. Tidak kurang dari 150 mm untuk kapal yang berlayar di perairan sungai, danau dan waduk. Untuk kapal-kapal yang mempunyai atau konstruksi tradisional dengan panjang sampai dengan 15 meter, besaran garis muat atau freeboard ditetapkan sebesar  $0,85 H$  di mana  $H$  = tinggi kapal yang dihitung pada tengah-tengah kapal.

### V.3.11. Perhitungan Stabilitas Kapal Penuh

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ). Kemudian setelah harga GZ didapat, maka dilakukan pengecekan dengan "Intact Stability Code, IMO".

Perhitungan Stabilitas Utuh

Definisi input data:

$L = L_{wl}$  [feet]

$B = \text{lebar maksimum}$  [feet]

$B_w$  = lebar maksimum pada waterline =  $B$  [feet]  
 [The Theory and Technique of Ship Design hal. 251]  
 $H$  = tinggi waterline =  $T$  (sarat pada muatan penuh) [feet]  
 $DM$  = minimum depth [feet]  
 $SF$  = sheer depan = 0 [tanpa sheer]  
 $SA$  = sheer belakang = 0 [tanpa sheer]  
 $\Delta 0$  = displacement pada waterline [tons]  
 $L_d$  = panjang bangunan atas yang selebar kapal atau minimum  $0.96 B$  [feet]  
 [The Theory and Technique of Ship Design hal. 251]  
 $d$  = tinggi bangunan atas yang selebar kapal atau minimum  $0.96 B$  [feet]  
 [The Theory and Technique of Ship Design hal. 251]  
 $CB$  = koefisien blok  
 $CW$  = koefisien waterline pada sarat  $T$   
 $CX$  = koefisien midship pada sarat  $T = C_m$   
 $CPV$  = koefisien prismatic vertikal pada sarat  $T = 0.337$   
 [The Theory and Technique of Ship Design hal. 252]  
 $A_0$  = luas waterline pada sarat  
 $= L \cdot B_w \cdot C_w = 271,880$  [feet<sup>2</sup>]  
 [The Theory and Technique of Ship Design hal. 252]  
 $A_M$  = luas midship yang tercelup air  
 $= B_w \cdot T \cdot C_X = 41,721$  [feet<sup>2</sup>]  
 [The Theory and Technique of Ship Design hal. 252]  
 $A_2$  = luas vertical centerline plane sampai depth  $D$   
 $= 154,385$  [feet<sup>2</sup>]  
 [The Theory and Technique of Ship Design hal. 256]  
 $D$  = mean depth  
 $= 5,413$  [feet]  
 [The Theory and Technique of Ship Design hal. 255]  
 $F$  = effective freeboard  
 $= D - T = 3,937$  [feet]

Untuk perhitungan stabilitas secara detail bisa dilihat di lampiran.

Pengecekan Stabilitas Utuh:

Sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya, maka pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan "Intact Stability Code, IMO" Regulasi A.749 (18), yang isinya adalah sebagai berikut:

Kriteria stabilitas untuk semua jenis kapal :

$$e_{0^{\circ}-30^{\circ}} \geq 0.055 \text{ m.rad}$$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^{\circ} \geq 0.055$  meter rad. Hasil yang diperoleh dari perhitungan adalah 0.229 meter radian. (memenuhi)

$$e_{0^{\circ}-40^{\circ}} \geq 0.09 \text{ m.rad}$$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $40^{\circ} \geq 0.09$  meter rad. Hasil yang diperoleh dari perhitungan adalah 0.438 meter radian. (memenuhi)

$$e_{30^{\circ}-40^{\circ}} \geq 0.03 \text{ m.rad}$$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^{\circ} \sim 40^{\circ} \geq 0.03$  meter rad. Hasil yang diperoleh dari perhitungan adalah 0.209 meter radian. (memenuhi)

$$h_{30^{\circ}} \geq 0.2 \text{ m}$$

Lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng  $30^{\circ}$  atau lebih. Hasil yang diperoleh dari perhitungan 1,035 meter radian. (memenuhi)

$$h_{\max} \text{ pada } \geq \max \geq 25^{\circ}$$

Lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari  $25^{\circ}$ . Hasil yang diperoleh dari perhitungan adalah  $42,4^{\circ}$ . (memenuhi)

$$GM_0 \geq 0.15 \text{ m}$$

Tinggi Metasenter awal  $GM_0$  tidak boleh kurang dari 0.15 meter. Hasil yang diperoleh dari perhitungan adalah 1.10 meter. (memenuhi)

### **V.3.12. Perhitungan Stabilitas Kapal Kosong**

Untuk perhitungan stabilitas secara detail bisa dilihat di lampiran.

Pengecekan Stabilitas kapal kosong:

Sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya, maka pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan "Intact Stability Code, IMO" Regulasi A.749 (18), yang isinya adalah sebagai berikut:

Kriteria stabilitas untuk semua jenis kapal :

$$e_{0^{\circ}-30^{\circ}} \geq 0.055 \text{ m.rad}$$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^{\circ} \geq 0.055$  meter rad. Hasil yang diperoleh dari perhitungan adalah 1,08 meter radian. (memenuhi)

$$e_{0^{\circ}-40^{\circ}} \geq 0.09 \text{ m.rad}$$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $40^{\circ} \geq 0.09$  meter rad. Hasil yang diperoleh dari perhitungan adalah 1,75 meter radian. (memenuhi)

$$e_{30^{\circ}-40^{\circ}} \geq 0.03 \text{ m.rad}$$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^{\circ} \sim 40^{\circ} \geq 0.03$  meter rad. Hasil yang diperoleh dari perhitungan adalah 0.67 meter radian. (memenuhi)

$$h_{30^{\circ}} \geq 0.2 \text{ m}$$

Lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng  $30^{\circ}$  atau lebih. Hasil yang diperoleh dari perhitungan 5,342 meter radian. (memenuhi)

$$h_{\max} \text{ pada } \geq \max \geq 25^{\circ}$$

Lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari  $25^{\circ}$ . Hasil yang diperoleh dari perhitungan adalah 29,412°. (memenuhi)

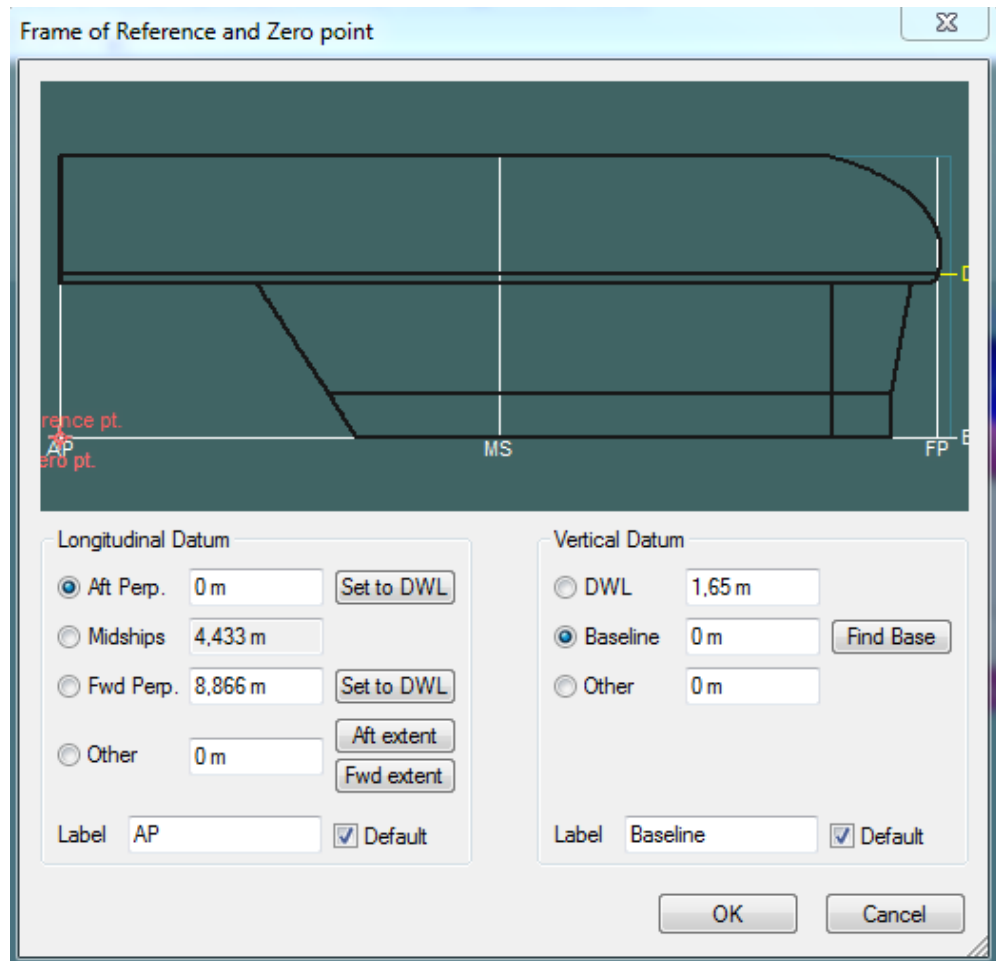
$$GM_0 \geq 0.15 \text{ m}$$

Tinggi Metasenter awal  $GM_0$  tidak boleh kurang dari 0.15 meter. Hasil yang diperoleh dari perhitungan adalah -0,975 meter. (memenuhi)

### V.3.13. Pembuatan Lines Plan

Setelah didapatkan ukuran utama akhir dari hasil perhitungan, kemudian dilakukan pembuatan Lines Plan. Lines Plan merupakan gambar yang menyatakan bentuk potongan badan kapal dibawah garis air yang memiliki tiga sudut pandang yaitu, body plan (secara melintang), sheer plan (secara memanjang) dan half breadth plan (dilihat dari atas).

Ada berbagai cara membuat Lines Plan, salah satu cara yang diterapkan pada Tugas Akhir ini yaitu menggunakan metode literasi sample design dengan program Maxsurf. Sebagai langkah awal dipilih model kapal (sample design) yang sesuai dengan kapal yang di desain. Dari model kemudian dimasukkan ukuran yang diinginkan, maka bentuk garis baru telah didapatkan. Dari model kemudian dimasukkan ukuran yang diinginkan, maka bentuk garis baru telah didapatkan. Penggunaan metode ini harus memperhatikan beberapa aspek yaitu tipe kapal, Cb, dan Lcb. Rencana Garis yang akan dibuat tidak boleh memiliki nilai CB dan Lcb yang berbeda jauh dari desain awal. Kemudian dilakukan penentuan zero point pada kapal ini ditentukan pada base line di AP yang selanjutnya diaplikasikan ke sample design. Pada proses ini dilakukan juga penentuan sarat kapal dan panjang perpendicular.



**Gambar V.9 Proses pembuatan *Lines Plan* dengan Maxsurf**

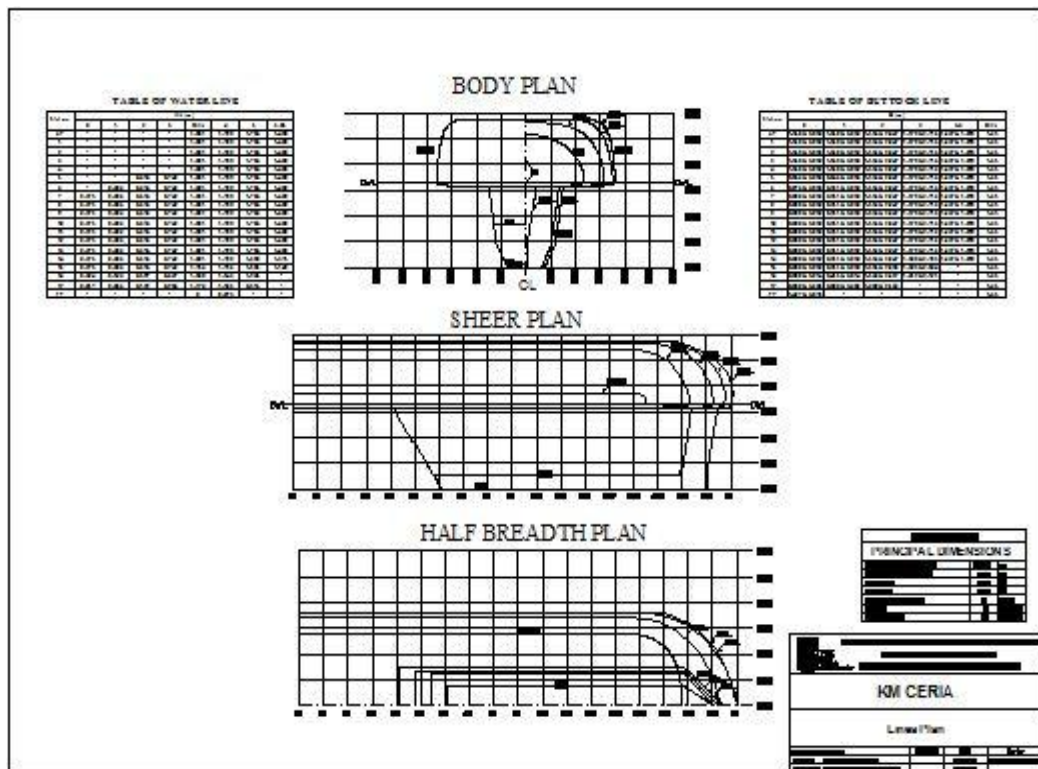
Gambar diatas adalah proses *parametric transformation*. Dengan memasukkan batasan yang sesuai perhitungan, maka *Maxsurf* akan menentukan bentuk kapal yang sesuai dengan perhitungan tersebut.

Pada gambar hasil *Maxsurf* tersebut terdapat point-point yang digunakan untuk menentukan bentuk *lines plan* kapal, *point-point* tersebut bisa di pindah-pindah sehingga bentuk *lines plan* dapat sesuai dengan yang diinginkan. Tetapi jika *point-point* tersebut di pindah maka nilai-nilai ukuran utama dan koefisien-koefisiennya akan berubah. Dalam *maxsurf* bisa melihat nilai-nilai ukuran utama dan koefisien-koefisien kapal setelah diubah.

Penentuan jumlah *waterline*, *buttock line*, dan *station* ditentukan di *maxsurf*. Dengan memasukkan jumlah garis dan jarak antar garis pada *data-grid spacing*, maka bentuk *body plan*, *sheer plan*, dan *half breadth plan* bisa terlihat dengan jelas.

Setelah didapatkan *lines plan* dari model kapal yang diinginkan, kemudian dilakukan penyempurnaan menggunakan *software* AutoCad. Menggambar *half breadth*

*plan* dan *sheer plan* juga dibantu oleh kedua *software* tersebut. Berikut dilampirkan Rencana Garis pada gambar berikut



Gambar V.10 *Lines Plan* yang sudah selesai

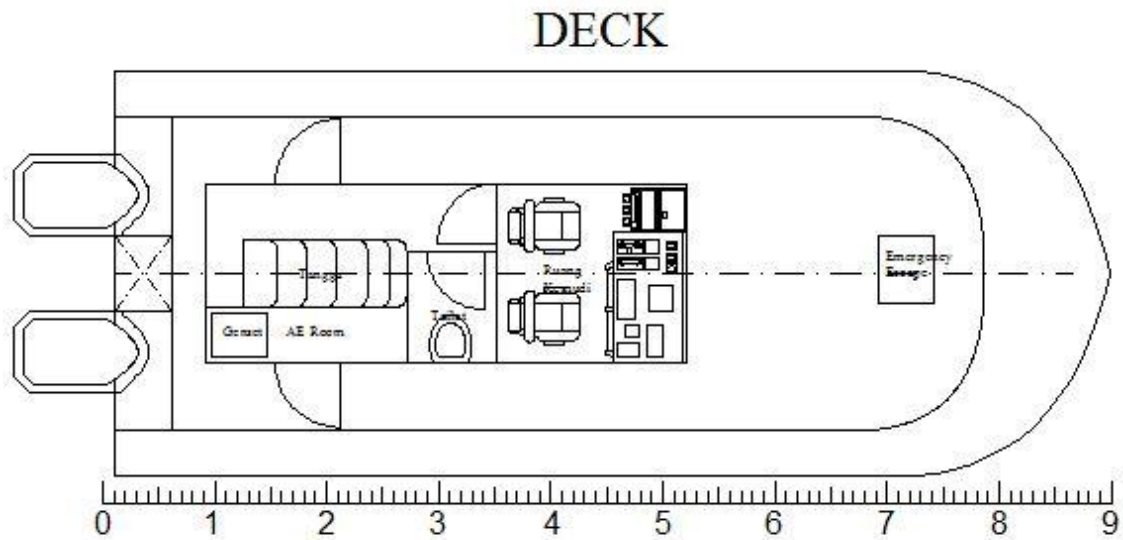
#### V.3.14. Pembuatan General Arrangement

Dari gambar *lines plan* yang sudah di buat, maka dapat dibuat pula gambar *general arrangement* dari kapal sightseeing-trimaran ini. *General arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal (Taggart, 1980).

Pembuatan *general arrangement* dilakukan dengan bantuan *software* AutoCAD 2007. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan *general arrangement* *Semi-Submarine* ini adalah penataan geladak utama yang baik agar memberikan ruang yang leluasa untuk penumpang. Kemudian hal yang harus dipertimbangkan juga adalah desain kapal keseluruhan. Hal ini berfungsi sebagai daya tarik untuk penumpang. Semakin menarik desain kapal wisata ini maka semakin banyak pula penumpang yang tertarik.

Peletakan peralatan juga harus diperhatikan agar sesuai dengan perhitungan titik berat kapal. Hal ini berfungsi agar perhitungan dengan gambar kapal tidak rancu.





**Gambar V.11 General Arrangement dari Semi-Submarine**

Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat sket peletakan peralatan yang terdapat pada main deck. Peralatan yang terdapat pada main deck terdiri dari kursi penumpang dan meja, serta ruang kemudi. Pembuatan sket dilakukan dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan penumpang. Peletakan kursi dan meja harus diatur sedemikian rupa sehingga masih tetap memberikan ruang gerak yang luas untuk penumpang.

Rencana Umum dibuat berdasarkan *lines plan* yang telah dibuat sebelumnya. Dengan *lines plan* secara garis besar bentuk badan kapal akan terlihat sehingga memudahkan dalam merencanakan serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Satu hal yang menjadi pokok dalam penyusunan Rencana Umum adalah faktor ekonomis. Hubungannya adalah bahwa kapal dengan GT atau volume ruangan tertutup pada kapal yang akan menjadi patokan dalam pengenaan pajak pada kapal ketika bersandar di pelabuhan. Kapal dengan ruangan-ruangan besar pada kapal akan menyebabkan GT kapal menjadi besar sehingga pajak yang dikenakan juga besar. GT tersebut dikenakan pada kapal sepanjang umur kapal menjadikan kapal tersebut menjadi tidak efisien dari segi ekonomis. Efisiensi tersebut bisa didapatkan dari penyusunan ruangan yang tepat serta penempatan pintu-pintu yang efektif diantara ruangan-ruangan tersebut.

Penyusunan yang baik juga memperhatikan faktor manusia yang akan tinggal di kapal tersebut. Kebutuhan rohani dan jasmani awak kapal harus bisa terpenuhi. Unsur

keindahan dan kenyamanan juga menjadi perhatian dalam membuat Rencana Umum. Faktor konstruksi juga menjadi perhatian dalam pembagian ruangan-ruangan tersebut.

Menurut "*Ship Design and Construstion*", karakteristik Rencana Umum dibagi menjadi 4 bagian antara lain :

- a. Penentuan lokasi ruang utama
- b. Penentuan batas-batas ruangan
- c. Penentuan dan pemilihan perlengkapan yang tepat
- d. Penentuan akses (jalan atau lintasan) yang cukup

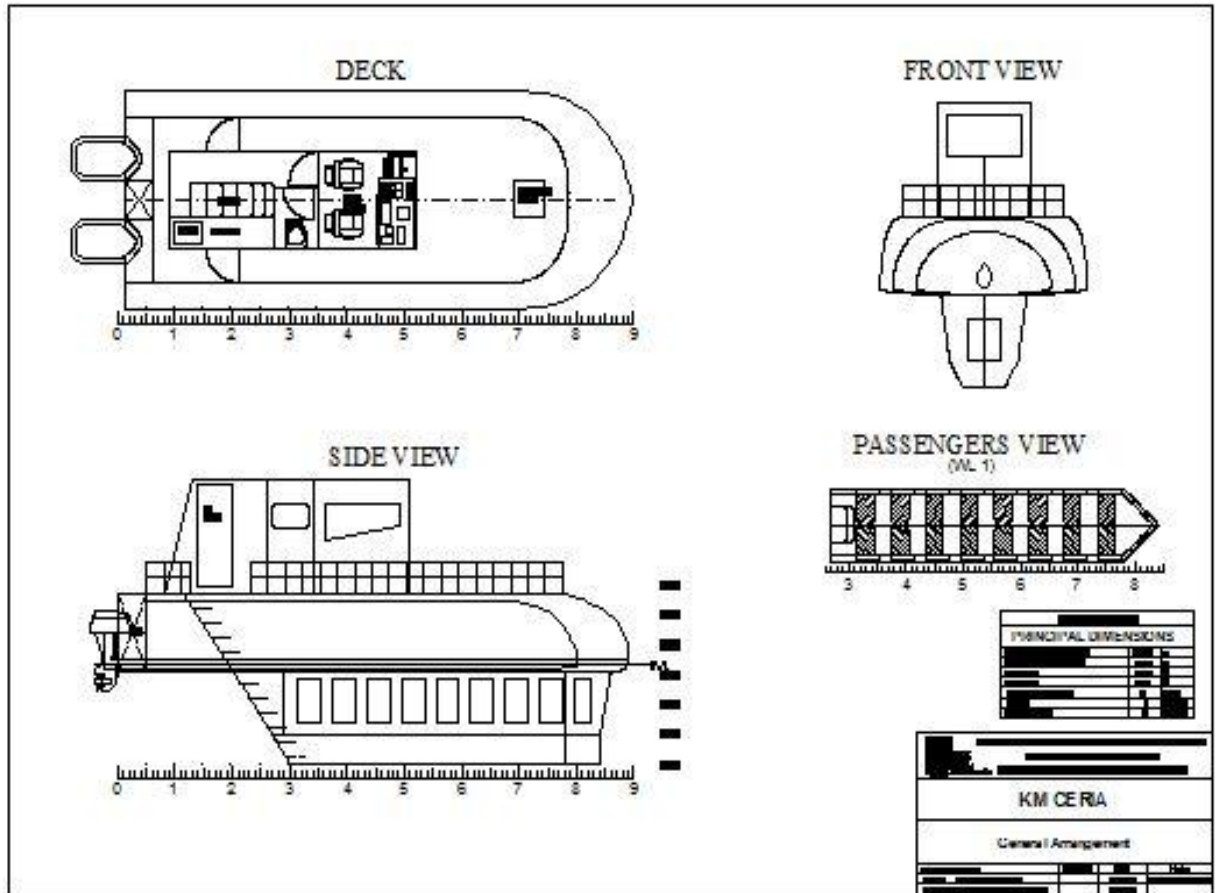
Langkah dalam menyelesaikan permasalahan Rencana Umum adalah menempatkan ruangan-ruangan utama beserta batas-batasnya terhadap lambung kapal dan bangunan atas. Adapun ruangan utama yang dimaksud adalah :

- a. Ruang Muat
- b. Kamar mesin
- c. Ruangan untuk crew dan penumpang
- d. Tangki-tangki (bahan bakar, ballast, air tawar, dll)
- e. Ruangan-ruangan lainnya

Penyusunan Rencana Umum merupakan suatu proses bertahap yang disusun dari percobaan, pengecekan, dan penambahan. Referensinya bisa didapat dari data Rencana Umum kapal-kapal pembanding yang memiliki spesifikasi tidak jauh berbeda dengan kapal yang sedang dirancang. Pendekatan penyelesaian permasalahan Rencana Umum harus didasarkan pada informasi minimum yang meliputi:

- Penentuan volume ruang muat berdasarkan jenis dan jumlah muatan yang dimuat.
- Metode penyimpanan dan bongkar muat muatan.
- Penentuan volume ruangan untuk kamar mesin berdasarkan jenis dan dimensi mesin.
- Penentuan volume ruangan akomodasi berdasarkan jumlah crew, penumpang dan akomodasi.
- Penentuan volume tangki-tangki terutama untuk bahan bakar dan ballast berdasarkan jenis mesin, jenis bahan bakar, dan radius pelayaran.
- Penentuan pembagian dan pembatasan jarak sekat melintang.
- Penentuan dimensi kapal (L, B, H, dan T).
- Lines plan yang telah dibuat sebelumnya.

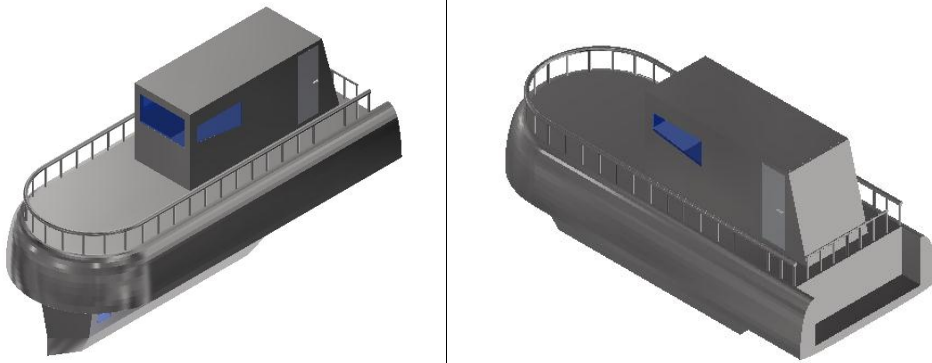
Setelah semua langkah tersebut telah terpenuhi maka desain Rencana Umum dapat dibuat dan didetailkan sesuai dengan standar dan regulasi yang berlaku. Berikut dilampirkan gambar Rencana Umum.



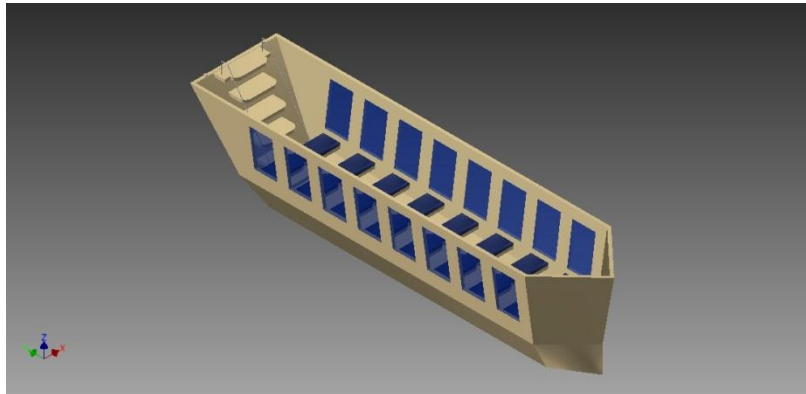
Gambar V.12 Rencana Umum yang telah selesai

### V.3.15. Pembuatan 3D Kapal

Proses pembuatan gambar tiga dimensi dari *Semi-Submarine* ini dilakukan dengan bantuan software AutoCAD 2007 untuk 3D modelling. Pembuatan bentuk hull kapal mengacu pada ukuran utama dan lines plan yang sudah didapatkan. Untuk pembuatan bagian rumah geladak digunakan acuan *general arrangement* yang sudah dibuat.



**Gambar V.13 Bentuk Tiga Dimensi *Semi-Submarine***



**Gambar V.14 Bentuk dalam Tiga Dimensi**

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **VI.1. Kesimpulan**

Setelah proses desain dari Tugas Akhir terselesaikan maka didapat kesimpulan dan saran sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan dan analisis, didapat ukuran utama kapal wisata *Semi-Submarine* untuk perairan Pulau Pisang, Lampung yaitu:

L	:	8.870	m
B	:	3.618	m
H	:	2.850	m
T	:	1.650	m
V	:	7	Knot
Displasemen	:	14.402	ton

Kapal wisata *Semi-Submarine* tersebut memenuhi persyaratan teknis dari pembangunan sebuah kapal yaitu batasan *freeboard*, displasemen, dan stabilitas.

2. Rencana Garis, Rencana Umum, dan Tiga Dimensi dapat dilihat pada lampiran B, C, dan E.
3. Untuk pemilihan jendela bawah air *Semi-Submarine* menggunakan bahan *acrylic* karena
  - *Acrylic* mempunyai berat jenis ringan (separuhnya berat jenis kaca 1150-1190 kg/m<sup>3</sup>) sehingga menguntungkan dari segi transportasi dan pemasangan on site.
  - *Acrylic* lebih tinggi ketahanan impaknya dibanding kaca yang mudah pecah/regas dan seringkali membahayakan pengguna
  - *Acrylic* lebih lunak dibanding kaca sehingga tidak tahan gores, namun *Acrylic* memungkinkan di poles untuk menghilangkan goresan sedangkan kaca harus di ganti baru
  - *Acrylic* dapat dipotong dengan mudah bahkan dibentuk sesuai keinginan
  - *Acrylic* dapat di rekatkan satu blok dengan blok lainnya dengan sangat baik dan tidak menimbulkan bias cahaya
  - *Acrylic* meneruskan hampir semua cahaya 92% dibanding kaca

- Produk *acrylic* yang baik terhadap sinar uv dan tidak menimbulkan warna kekuningan pada permukaannya.

## **VI.2. Saran**

Saran berisi tentang hal-hal yang dapat dikembangkan dari Tugas Akhir ini, yang nantinya dapat dijadikan sebagai judul untuk Tugas Akhir selanjutnya, serta kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam Tugas Akhir ini, yaitu:

- Untuk penelitian selanjutnya perlu dikaji juga mengenai sistem konstruksi untuk kapal wisata *Semi-Submarine*.
- Dengan banyaknya estimasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini maka dapat dilanjutkan dengan pengerjaan lebih lanjut secara spesifik dalam konteks analisis ekonomis.
- Untuk perhitungan stabilitas kapal kosong perlu ditambahkan ballast atau pemberat untuk menyeimbangkan kapal.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **VI.1. Kesimpulan**

Setelah proses desain dari Tugas Akhir terselesaikan maka didapat kesimpulan dan saran sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan dan analisis, didapat ukuran utama kapal wisata *Semi-Submarine* untuk perairan Pulau Pisang, Lampung yaitu:

L	:	8.870	m
B	:	3.618	m
H	:	2.850	m
T	:	1.650	m
V	:	7	Knot
Displasemen	:	14.402	ton

Kapal wisata *Semi-Submarine* tersebut memenuhi persyaratan teknis dari pembangunan sebuah kapal yaitu batasan *freeboard*, displasemen, dan stabilitas.

2. Rencana Garis, Rencana Umum, dan Tiga Dimensi dapat dilihat pada lampiran B, C, dan E.
3. Untuk pemilihan jendela bawah air *Semi-Submarine* menggunakan bahan *acrylic* karena
  - *Acrylic* mempunyai berat jenis ringan (separuhnya berat jenis kaca 1150-1190 kg/m<sup>3</sup>) sehingga menguntungkan dari segi transportasi dan pemasangan on site.
  - *Acrylic* lebih tinggi ketahanan impaknya dibanding kaca yang mudah pecah/regas dan seringkali membahayakan pengguna
  - *Acrylic* lebih lunak dibanding kaca sehingga tidak tahan gores, namun *Acrylic* memungkinkan di poles untuk menghilangkan goresan sedangkan kaca harus di ganti baru
  - *Acrylic* dapat dipotong dengan mudah bahkan dibentuk sesuai keinginan
  - *Acrylic* dapat di rekatkan satu blok dengan blok lainnya dengan sangat baik dan tidak menimbulkan bias cahaya
  - *Acrylic* meneruskan hampir semua cahaya 92% dibanding kaca

- Produk *acrylic* yang baik terhadap sinar uv dan tidak menimbulkan warna kekuningan pada permukaannya.

## **VI.2. Saran**

Saran berisi tentang hal-hal yang dapat dikembangkan dari Tugas Akhir ini, yang nantinya dapat dijadikan sebagai judul untuk Tugas Akhir selanjutnya, serta kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam Tugas Akhir ini, yaitu:

- Untuk penelitian selanjutnya perlu dikaji juga mengenai sistem konstruksi untuk kapal wisata *Semi-Submarine*.
- Dengan banyaknya estimasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini maka dapat dilanjutkan dengan pengerjaan lebih lanjut secara spesifik dalam konteks analisis ekonomis.
- Untuk perhitungan stabilitas kapal kosong perlu ditambahkan ballast atau pemberat untuk menyeimbangkan kapal.



## DAFTAR PUSTAKA

- Altaria, V. (2013). *Virdaaltaria Story*. Retrieved Maret 20, 2015, from web site : <http://virdaaltaria'story.htm>
- BKI. (2006). *Volume II. Rules For The Classification and Construction of Seagoing Steel Ship*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Direktori Pulau. (2014). *Pulau Pisang*. Retrieved Januari 20, 2015, from Direktori Pulau web site: <http://ppk-kp3k.kkp.go.id>.
- English Engineer. (2013). *Semi-Submarine*. Retrieved Maret 20, 2015, from web site : <http://www.englisheng.com.au/semi-submersibles.html>
- Evans, J.H. (1959). *Basic Design Concept*. *Naval Engineers Journal*, vol 71.
- Lewis, E.W. (1989). *Principles of Naval Architecture Volume II*. Jersey City, USA: The Society of Naval Architects & Marine Engineers.
- Oossanen, P.V. (1979). *Resistance Of Small High-Speed Displacement VesselsmState Of The Art*, Netherlands.
- Panunggal, P. Eko. (2007). *Diktat Kuliah Merancang Kapal I*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan.
- Parsons, Michael G. (2001). *Parametric Design*, Chapter 11. University of Michigan: Department of Naval Architecture and Naval Engineering.
- Pradana. (2013). *Makalah Pengertian dan Aplikasi Kaca*. Retrieved Maret 20, 2015, from web site : <http://prada-na.blogspot.com/2013/01/makalah-pengertian-dan-aplikasi-kaca.html>
- Rochman, B (2014). *Perancangan Kapal Kecil Trimaran dengan Tenaga Penggerak Hibrida untuk kawasan wisata daerah Tanjung Benoa Bali*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sitompul, Putra. C. C. (2013). *Studi Potensi Pulau Pisang Bagian Utara untuk Perencanaan kawasan wisata pantai, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung*. Semarang: *Journal of Marine Research*, vol 2.
- Tampers. (2014). *Semi-Submarine for sale*. Retrieved April 10, 2015, form web site : <http://www.tampers.eu/Aircraft-for-sale/>
- Tribun Lampung. (2014). *Lihat Lumba-Lumba di perairan Pulau Pisang*. Retrieved Januari 20, 2015, form web site : <http://www.tribunlampung.blogspot.com>.

## Koreksi Ukuran Utama dan Perhitungan Koefisien

### Ukuran Utama

L	=	8,870 m
B	=	3,618 m
H	=	2,850 m
T	=	1,650 m
V <sub>s</sub>	=	7,000 knot
	=	3,601 m/s

### Perhitungan Froude Number

$$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L_{PP}}} ; g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 0,38601 ; 0,15 \leq Fn \leq 0,3$$

### Perbandingan Ukuran Utama

L/B	=	2,452	; Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19	→	3.5 < L/B < 10
B/T	=	2,193	; Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19	→	1.8 < B/T < 5
L/T	=	5,376	; Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19	→	10 < L/T < 30
L/16	=	0,554	; BKI Vol. II Tahun 2006	→	H > L/16

### Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

#### 1. Volume Displasemen

$$V = 1/3 \times \Sigma_2 \times h$$

$$= 14,050 \text{ m}^3$$

#### 2. Displasemen

$$D = V \cdot \rho$$

$$= 14,402 \text{ ton}$$

#### 3. Koefisien Blok (Cb)

$$Cb = V / (L_{wl} \times B \times T)$$

$$= 14,05 / (8,87 \times 3,618 \times 1,65)$$

$$= 0,265$$

#### 4. Koefisien Luas Midship

*Parametric Ship Design, Chapter 11 hal. 11 - 12*

$$C_m = 1,006 - 0,0056 C_b^{-3,56}$$

$$= 0,376$$

#### 5. Koefisien Prismatic

$$C_p = \frac{C_B}{C_M}$$

$$= 0,706$$

#### 6. Koefisien Bidang Garis Air

*Parametric Ship Design hal. 11 - 16*

$$C_{WP} = 0.180 + 0.860 \cdot C_p$$

$$= 0,787$$

#### 5. Panjang Garis Air

$$L_{WL} = L_{PP}$$

$$= 8,870 \text{ m}$$

#### 6. Longitudinal Center of Bouyancy

##### a. LCB (%)

$$LCB = 8.80 - 38.9 \cdot Fn$$

$$= -6,216 \% \text{ LCB}$$

##### b. LCB dari M

$$LCB = \frac{LCB (\%)}{100} \cdot L_{PP}$$

$$= -0,55135 \text{ m dari M}$$

##### c. LCB dari AP

$$LCB = 0.5 \cdot L_{PP} - LCB_M$$

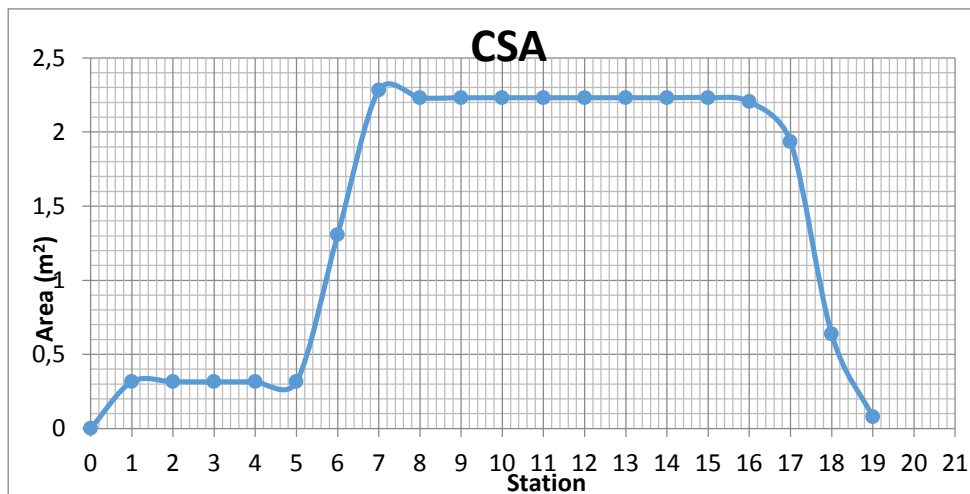
$$= 4,98635 \text{ m dari AP}$$

## Bonjean Curve

keterangan :  
 \* jarak antar  $\Delta$  0,1 m L = 8,870  
 \* jarak antar s 0,495 m B = 3,618  
 t = 1,65

### Perhitungan Volume Displacement *Semi-Submarine*

Station	Chart	A [m <sup>2</sup> ]	fa	fb	FS (a+b)	A * FS
Transom	0	0				
AP	1	0,315	0	1	1	0,315
1	2	0,315	0	4	4	1,258
2	3	0,315	1	1	2	0,629
3	4	0,315	4	0	4	1,258
4	5	0,315	1	1	2	0,629
5	6	1,306	0	4	4	5,225
6	7	2,282	1	1	2	4,563
7	8	2,332	4	0	4	9,326
8	9	2,332	1	1	2	4,663
9	10	2,332	0	4	4	9,326
10	11	2,332	1	1	2	4,663
11	12	2,332	4	0	4	9,326
12	13	2,332	1	1	2	4,663
13	14	2,332	0	4	4	9,326
14	15	2,332	1	1	2	4,663
15	16	2,204	4	0	4	8,816
16	17	1,936	1	1	2	3,872
17	18	0,638	0	4	4	2,552
FP	19	0,078	1	1	1	0,078
Σ <sub>1</sub> =		28,670	Σ <sub>2</sub> =			85,154



$$h = 0,495 \text{ m}$$

$$\Sigma_2 = 85,154 \text{ m}^2$$

**Volume Displacement untuk 1 Hul Displacement untuk 1 Hull :**

$$\nabla = 1/3 \times \Sigma_2 \times h$$

$$= 1/3 \times 0.085 \times 00$$

$$= 14,050 \text{ m}^3$$

$$\Delta = \nabla \times \rho_{\text{air laut}}$$

$$= 0.014 \times 0$$

$$= 14401,704 \text{ kg}$$

$$= 14,402 \text{ ton}$$

**Perhitungan Block Coefficient (Cb) :**

$$C_b = \nabla / (Lwl \times B \times T)$$

$$= 14,050 / (0,0 \times m \times m)$$

$$= 0,265$$

# RESISTANCE & POWER PREDICTION CALCULATION

$L_o =$	8,87 m	$L_o/B_o =$	2,452	$C_B =$	0,265
$H_o =$	2,85 m	$B_o/T_o =$	2,193	$C_M =$	0,376
$B_o =$	3,62 m	$T_o/H_o =$	0,579	$C_{WP} =$	0,787
$T_o =$	1,65 m	$V_s =$	7 knot	$C_P =$	0,70590036
$Fn =$	0,39	$=$	3,601 m/s	$A_{BT} =$	1,1 m <sup>2</sup>
		$\gamma =$	1,025 ton/m <sup>3</sup>	$= \nabla$	14,050 m <sup>3</sup>

## Friction Resistance (Rf)

$$R_F = \frac{1}{2} S V^2 (C_F (1 + k) + C_A)$$

$$S = L(2T + B) \sqrt{C_M} (0,4530 + 0,4425 C_B - 0,2862 C_M - 0,003467 \frac{B}{T} + 0,3696 C_{WP})$$

$$CF = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2}$$

$$Rn = \frac{L_{wl} \cdot V_s}{\nu}$$

$$Rn = 26877747$$

$$C_F = 0,002544$$

$$1 + k = 0,93 \left( \frac{T}{L} \right)^{0.22284} \cdot \left( \frac{B}{L_R} \right)^{0.92497} \cdot (0.95 - C_P)^{-0.52145} \cdot (1 - C_P + 0,0225 LCB)^{0.69060}$$

$$\frac{L_R}{L} = 1 - C_P + 0,06 C_P \cdot LCB / (4C_P - 1)$$

$$\frac{L_R}{L} = 0,293$$

$$Lr = 2,597171363$$

$$1+k = 2,831$$

$$C_A = 0.006 (L_{wl} + 100)^{-0.16} - 0.00205$$

$$= 0,0008$$

$$R_F = (1/2) * (1.0) * (3.33) * (31.736) * (0.002441)$$

$$R_F = 1,4897319$$

### Residual Resistance ( $R_R$ )

$$\frac{R_R}{\Delta} = C \cdot e^{m_1 \cdot F n^d + m_2 \cos(\lambda F n^{-2})}$$

$$i_E = 125,67 \frac{B}{L} - 162,25 C_P^2 + 234,32 C_P^3 + 0,155087 (LCB)^3$$

$$= 52,833$$

$$C = 2223105 \left(\frac{B}{L}\right)^{3.78613} \cdot \left(\frac{T}{B}\right)^{1.07961} \cdot (90 - i_E)^{-1.37565}$$

$$C = 220,964$$

$$m_1 = 0,0140407 \frac{L}{T} - 1,75254 \frac{\sqrt[3]{L}}{L} - 3,79323 \frac{B}{L} - 8,07981 C_P + 13,8673 C_P^2$$

$$m_1 = -3,607$$

$$m_2 = -1,69385 C_P^2 e^{\frac{0,1}{F n^2}}$$

$$m_2 = -0,431$$

$$\lambda = 1,446 C_P - 0,03 L/B$$

$$\lambda = 0,947$$

$$d = -0,9$$

### Harga $R_w/w$

$$\frac{R_R}{\Delta} = C \cdot e^{m_1 \cdot F n^d + m_2 \cos(\lambda F n^{-2})}$$

$$= 0,0294$$

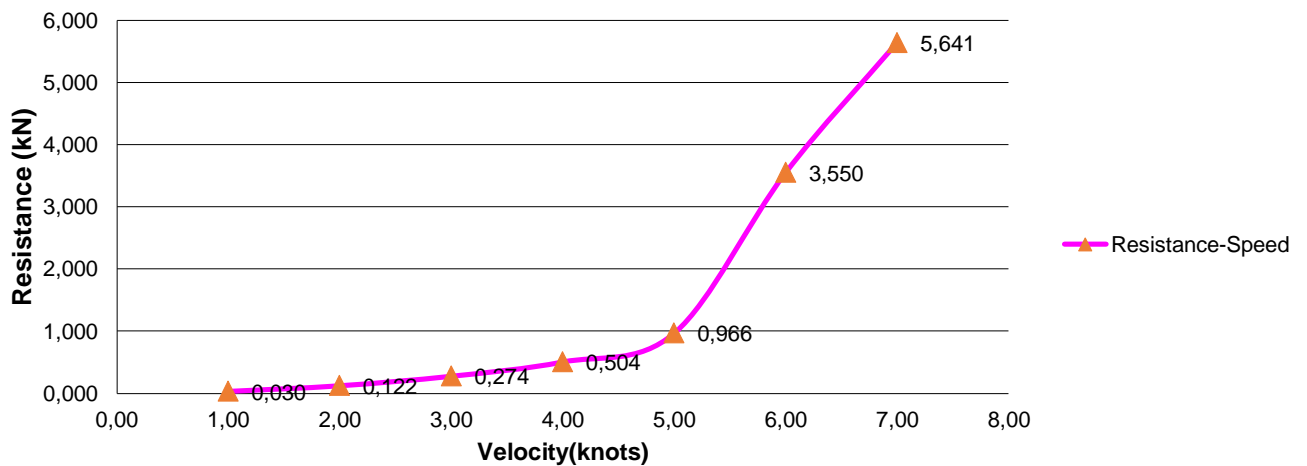
$$R_R = 4,151701092 \text{ kN}$$

Total Resistance	Effective Horse Power (EHP)	Break Horse Power (BHP)
$R_T = R_F + R_R$ $= 5,641432993 \text{ kN}$	$EHP = R_T \cdot V_s$ $EHP = 20,31367192 \text{ HP}$	$BHP = EHP / 0.7$ $BHP = 29,02 \text{ HP}$

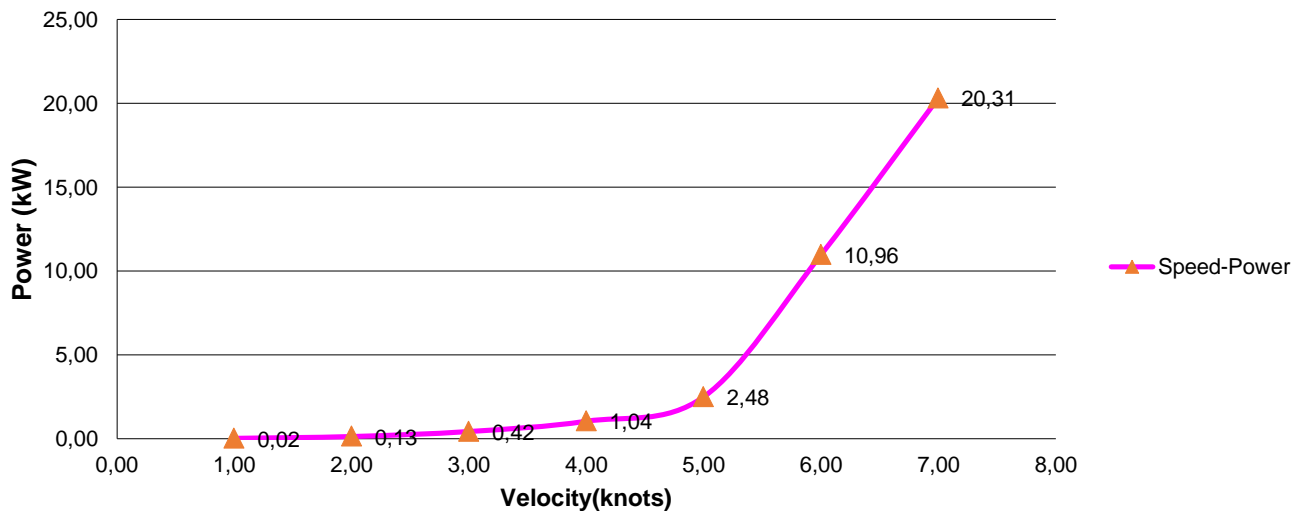
## RESISTANCE ESTIMATION USING HOLTROP METHOD

B	3,62		m	Cwp	0,787			
H	2,85		m	Aft Body Form	Normal			
T	1,65		m					
CB	0,265346822			LCB	-0,056	m (from midship)		
LWL	8,87		m					
	<b>v(knots)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
	V(m/s)	0,514	1,029	1,543	2,058	2,572	3,086	3,601
Reynold No	Rn	3,840E+06	7,679E+06	1,152E+07	1,536E+07	1,920E+07	2,304E+07	2,688E+07
Friction Coef	C <sub>F</sub>	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Froude No.	Fn	0,055	0,110	0,165	0,221	0,276	0,331	0,386
R <sub>F</sub>	<b>Rf(kN)</b>	<b>0,030</b>	<b>0,122</b>	<b>0,274</b>	<b>0,486</b>	<b>0,760</b>	<b>1,094</b>	<b>1,490</b>
R <sub>W</sub>	<b>Rw(kN)</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,017</b>	<b>0,206</b>	<b>2,456</b>	<b>4,152</b>
R <sub>T</sub>	<b>Rt(kN)</b>	<b>0,030</b>	<b>0,122</b>	<b>0,274</b>	<b>0,504</b>	<b>0,966</b>	<b>3,550</b>	<b>5,641</b>
Power	EHP	0,02	0,13	0,42	1,04	2,48	10,96	20,31
	BHP (HP)	0,02	0,18	0,60	1,48	3,55	15,65	29,02
	BHP (kW)	0,030	0,240	0,810	1,985	4,758	20,984	38,900

### Speed-Resistance



### Speed-Power



## Berat Konstruksi Kapal

### Perhitungan berat kapal kecil

$$W_K = K_0 \cdot E_S^{1,33} \quad \text{t}$$

$$E_S = f_{DIS} \cdot C_{T/H} \cdot S_R \quad \text{m}^2$$

$$f_{DIS} = 0,7 + 2,4 \cdot \frac{\nabla}{L_{WL}^2 - 15,8}$$

$$C_{T/D} = 1,144 \cdot (T_X / D_X)^{0,244}$$

$$S_R = S_1 + 0,73 \cdot S_2 + 0,69 \cdot S_3 + 0,65 \cdot S_4$$

$$\begin{aligned} \text{Bottom: } S_1 &= 2,825 \cdot \sqrt{\Delta_{FL} \cdot L_P} \\ \text{Sides: } S_2 &= 1,09 \cdot (2 \cdot L_{OA} + B_M) \cdot (D_X - T_X) \\ \text{Deck: } S_3 &= 0,823 \cdot \left( \frac{L_{OA} + L_{WL}}{2} \right) \cdot B_M \\ \text{Bulk.: } S_4 &= 0,6 \cdot N_{WTB} \cdot B_M \cdot D_X \end{aligned}$$

### Ukuran utama kapal

disp =	14,40170408 tonnes
L <sub>pp</sub> =	8,87 metre
L <sub>OA</sub> =	9 metre
L <sub>WL</sub> =	8,87 metre
B <sub>M</sub> =	3,62 metre
D <sub>X</sub> =	2,85 metre
T <sub>X</sub> =	1,65 metre
N <sub>WTB</sub> =	5 unit

### Berat Struktur

Bottom: S <sub>1</sub> =	31,9291387
Sides: S <sub>2</sub> =	28,276344
Deck: S <sub>3</sub> =	26,60498109
Bulkhead: S <sub>4</sub> =	30,9339



$$\begin{aligned}
S_R &= 91,03534177 \\
C_{T/D} &= 1,001174918 \\
f_{DIS} &= 1,249710463 \\
\text{disp LR} &= 7,8596125 \\
E_S &= 113,901487 \text{ m}^2 \\
K_S &= 0,012 \\
W_{S1} &= 6,521767913 \text{ tonnes}
\end{aligned}$$

### Koreksi

Service area notation	$N_{LR}$	Range to refuge NM	Min. wave height $H_{1/3}$ m	Design pressure factor
G1	1	sheltered waters	0,6	0,60
G2	2	20	1,0	0,75
G3	3	150	2,0	0,85
G4	4	250	4,0	1,00
G5	5	>250	>4,0	1,20
G6	6	unrestricted service	>4,0	1,25

$$\begin{aligned}
N_{LR} &= 1 \\
f_{SAR} &= 0,783
\end{aligned}$$

Service type	$f_{SRV}$
MIL	1,007
MY	1,013
PATROL	1,089
WORK	1,384
SAR	1,439

$$f_{SRV} = 1,384$$

Hull structural material	$f_{MAT}$
MILD STEEL	17,28
HTS	11,03
AL	7,86
FRP	11,36
FRPS	7,00
WLAM	9,00

$$f_{MAT} = 1,5$$

### Total Berat Stuktur Kapal

$$W_S = 10,60118592 \text{ Tonnes}$$

Berat Baja untuk bagian yang terpotong kaca		
Tebal pelat	=	0,012 m
Volume	=	0,0864 m <sup>3</sup>
Massa Jenis	=	7850 kg/m <sup>3</sup>
Volume*masa jenis		
Berat	=	678,24 Kg
		0,67824 Ton
Berat Kaca		
Side	=	4,8 m
Depan	=	2,4 m
Total	=	7,2 m
masa jenis kaca	=	1190 kg/m <sup>3</sup>
Berat kaca	=	102,816 kg
		0,102816 ton
Bangunan Atas		
Panjang Bawah	=	4,7 m
Panjang atas	=	3,8 m
Lebar	=	1,6 m
tinggi	=	1,9 m
Sisi miring blkg	=	1,9647 m
Luas		
Atap	=	6,08 m <sup>2</sup>
Sisi Kiri & Kanan	=	17,85 m <sup>2</sup>
Depan	=	3,04 m <sup>2</sup>
Belakang	=	3,14352 m <sup>2</sup>
Jumlah	=	30,11352 m <sup>2</sup>
Tebal pelat	=	0,006 m
Volume BA	=	0,18068112 m <sup>3</sup>
Masa jenis Baja	=	7850 kg/m <sup>3</sup>
Berat BA	=	1418,346792 kg
	=	1,418346792 ton
Total Berat setelah dicampur Kaca		
W <sub>s</sub> = 10,02576192 Tonnes		
Total Berat Keseluruhan		
W <sub>s</sub> = 11,44410871 Tonnes		

Berat Baja ( $W_{ST}$ )		
DA	=	Tinggi Kapal Setelah Dikoreksi dengan Superstructure dan Deck House
	=	$H + \frac{V_{DH}}{L_{PP} \cdot B}$
	=	2,85
Titik Berat Baja		
$C_{KG}$	=	Koefisien KG Baja
	=	0,67
KG	=	DA * $C_{KG}$
	=	1,910 m
$LCG_{(%)}$	=	-0,15 + LCB(%)
	=	-0,701 % L
$LCG_M$	=	LCB(%) · $L_{PP}$
	=	-0,062 m
$LCG_{FP}$	=	$0.5 \cdot L_{PP} - LCG_M$
	=	4,497 m
Kursi Penumpang		
Berat Kursi Penumpang	=	50 kg/2orang
Berat Kursi penumpang keseluruhan	=	50 x 8 kg
	=	400 kg
	=	0,4 ton
Titik Berat Kursi		
berat	=	0,400 ton
KG	=	0,335 m
$LCG_{(%)}$	=	-0,70 m dari midship
$LCG_M$	=	-0,062210025
$LCG_{FP}$	=	4,497210025 m

Mesin		
<b>Berat Machinery</b>		
Daya Tiap Mesin	=	15,57 Kw
Berat mesin	=	0,08 Ton
Jumlah Mesin	=	2 Unit
Berat ME	=	0,16 Ton
<b>Berat Auxiliary Engine</b>		
Daya Tiap Mesin	=	2,00 Kw
Berat tiap mesin	=	0,03 Ton
Jumlah Mesin	=	1,00 Unit
Berat AE	=	0,03 Ton
Total	=	0,19 Ton
Titik Berat Mesin		
berat	=	0,160 ton
KG	=	2,5 m
LCG <sub>(%)</sub>	=	-0,70 m dari midship
LCG <sub>M</sub>	=	-0,062210025
LCG <sub>FP</sub>	=	4,497210025 m
Titik Berat Auxiliary engine		
berat	=	0,030 ton
KG	=	2,85 m
LCG <sub>(%)</sub>	=	-0,15 m dari midship
LCG <sub>M</sub>	=	-0,013305
LCG <sub>FP</sub>	=	4,448305 m

DEADWEIGHT CALCULATION		
Penumpang dan crew		
Penumpang + crew	=	18 persong
Berat Rata-rata Penumpang	=	75 kilograms
Total berat penumpang + Crew	=	1350 kilograms
	=	1,35 tonnes
Bahan Bakar		
<b>Kebutuhan bahan bakar</b>		
<b>MFO Main Engine</b>		
Daya Main Engine	=	8,80 kw
Jumlah Mesin	=	2
Seatime	=	0,50 Jam
Koefisien konsumsi	=	0,004 Ton/hour
Kebutuhan BB Main Engine	=	0,004 Ton
Koreksi 10%		0,0004 Ton
<b>Total BB Main Engine + 10%</b>	=	0,0042 Ton
<b>MDO Auxilliary Engine</b>		
Daya Auxilliary Engine	=	2,00 kw
Jumlah Mesin	=	1
Turn Around Time	=	1,00 Jam
Koefisien konsumsi	=	0,00 Ton/hour
Kebutuhan BB Auxilliary Engine	=	0,004 Ton
Koreksi 10%		0,0004 Ton
<b>Total BB Auxilliary Engine + 10%</b>	=	0,004 Ton
Air Tawar		
Untuk penggunaan toilet	=	115 Liter
	=	0,1 ton
Pelampung		
Berat Pelampung	=	0,9 kg/orang
Berat Pelampung keseluruhan	=	0,9 x 18 kg
	=	16,2 kg
	=	0,0162 ton
Berat Total DWT		
Berat Keseluruhan	=	1,475 ton

## Titik Berat

### Titik Berat Air Tawar

#### Dimensi Tangki

$$\begin{aligned}
 \diamond t_{FW} &= 0,85 \\
 &= 0,850 \text{ m} \\
 \diamond \ell_{FW} &= 50\% \cdot B \\
 &= 1,809 \text{ m} \\
 \diamond V_{FW} &= \frac{W_{FW}}{1} + 2\% \cdot \frac{W_{FW}}{1} \\
 &= 10,2 \text{ m}^3 \\
 \diamond p_{FW} &= \frac{V_{FW}}{t_{FW} \cdot \ell_{FW}} \\
 &= 6,6335 \text{ m}
 \end{aligned}$$

#### Titik Berat Tangki

$$\begin{aligned}
 \diamond KG_{FW} &= T + 0.5 \cdot t_{FW} \\
 &= 1,225 \text{ m} \\
 \diamond LCG_{FW} &= L_{WL} - L_{CB} + 0.5 \cdot t_{FW} \\
 &= 4,389 \text{ m}
 \end{aligned}$$

WEIGHT RECAPITULATION				
Lightweight				
No	Item		Value	Unit
1	Steel Weight	=	11,444	ton
2	Machinery Plant Weight	=	0,190	ton
4	Kursi	=	0,400	ton
3	Wress Weight	=	0,582	ton
	Total	=	12,616	ton
Deadweight				
No	Item		Value	Unit
1	Penumpang	=	1,350	ton
2	Air Tawar	=	0,100	ton
3	Bahan Bakar	=	0,008	ton
4	Pelampung	=	0,0162	ton
	Total	=	1,475	ton
Displacement				
	$\Delta$ baru	=	14,090	ton
	$\Delta$ awal	=	14,402	ton
	Selisih $\Delta$ awal- $\Delta$ baru	=	0,311	ton
Center of Gravity Calculation				
	Selisih =		2,16 %	
Parametric Design Chapter 11				
CoG of Structural Weight				
item	value	unit		
Berat baja	11,444	ton		
KG	1,9095	m		
LCG	-0,70	% from midship		
LCG	-0,062	m from midship		
LCG	4,50	m from FP		
CoG of Machinery				
item	value	unit		
berat	0,160	ton		
KG	2,040	m		
LCG	8,950	m dari FP		
CoG of AE				
item	value	unit		
berat	0,03	ton		
KG	1,95	m		
LCG	7,17	m dari FP		
CoG of Fresh Water				
item	value	unit		
berat	0,100	ton		
KG	2,113	m		
LCG	4,389	m dari FP		

Kursi		
berat	0,400	ton
KG	0,3	m
LCG	4,50	m dari FP
CoG of Passenger & Belonging		
berat payload	1,350	ton
KG	0,7	m
LCG	4,50	m dari FP
Residual Weight		
berat cadangan	0,582	ton
KG	0,2955	m
LCG	7,17	m dari FP
CoG of Total		
item	value	units
total berat	14,090	ton
KG	1,68097161	m
LCG	4,65517996	m dari FP



## Freeboard Calculation - Non Conventional Standard Vessel

	$L = 8,87 \text{ metre}$ $D = 1,65 \text{ metre}$
I.	<p>Initial Freeboard For Type B Vessel</p> <p><math>Fb = 0.8 L</math> , where L is up to 50 metre</p> <p><math>Fb = 7,096 \text{ Centimetre}</math></p>
II	<p>Block Coefficient Correction (CB)</p> <p>When CB exceeds 0.68, Fb shall be multilied by the following factor  <math>(0.68 + CB)/1.36</math></p> <p>Cause Of CB less than 0.68, Fb not have to be corrected</p>
III	<p>Depth Correction (D)</p> <p>Where D exceeds one-fifteenth part of the length of the vessel (<math>L/15</math>), the freeboard shall be increased in accordance with the following:</p> <p><math>20(D-L/15)</math> centimetre, in case L is up to 50 metre</p> <p><math>(0.1 L + 15)(D-L/15)</math> centimetre, in case L is larger than 50 metre and up to 100 metre</p> <p><math>25 (D-L/15)</math> centimetre, incase L is Larger than 100 metre</p> <p>Where D is smaller than one-fifteenth of the length of the vessel, nocorrection shall be made to the freeboard</p> <p> <math>L = 8,87 \text{ metre}</math>      <math>L/15 = 0,59133 \text{ metre}</math>  <math>D = 1,65 \text{ metre}</math>  <math>L/15 &lt; D</math>      Freeboard shall be corected </p> <p> <math>20(D-L/15)</math>  <math>21,1733</math>  <math>Fb = 28,2693 \text{ centimetre}</math> </p>
IV	<p>Minimum Freeboard</p> <p>The minimum salt watter freeboard for a Type B vessel is equal to the freeboard that has been corrected by addition or reduction; The Freeboard shall not less than 15 centimetre</p> <p><math>Fb = 28,2693 \text{ centimetre}</math></p> <p>Cause of <math>Fb &gt; 15 \text{ centimetre}</math>, the minimum freeboard take 28,269 centimetre</p> <p> <math>Fb \text{ minimum} = 15 \text{ centimetre}</math>  <math>0,15 \text{ metre}</math> </p>

## KRITERIA UNTUK KAPAL PENUH

### INTACT STABILITY CODE

1	The area under the righting lever curve (GZ curve) should not be less than 0.055 metre-radians up to $\theta = 30^\circ$ angle of heel
2	The area under the righting lever curve (GZ curve) not less than 0.09 metre-radians up to $\theta = 40^\circ$
3	and $40^\circ$ should not be less than 0.03 metre-radians.
4	The righting lever GZ should be at least 0.20 m at an angle of heel equal to or greater than $30^\circ$ .
5	The maximum righting arm should occur at an angle of heel preferably exceeding $30^\circ$ but not less than $25^\circ$ .
6	The initial metacentric height $GM_0$ should not be less than 0.15 m.

### BKI RULES FOR SMALL VESSEL UP TO 24 M

Craft with scantling length  $L > 10,00$  m decked craft

1	$GM \geq 0.35$ m
2	righting lever at $30^\circ$ inclination $\geq 0,20$ m
3	stability range $60^\circ$ (not for multi hull craft)
4	area under lever arm curve up to $30^\circ$ inclination $> 0,055$ mrad
5	turning circle angle of heel $12^\circ$ , to be determined by turning trials

### ACTUAL CONDITION

1	$e_{0-30} = 0,229066771$ m.rad
2	$e_{0-40} = 0,438238673$ m.rad
3	$e_{30-40} = 0,209171902$ m.rad
4	$h_{30} = 1,034922557$ m
5	GZ Max at $\phi = 42,417^\circ$
6	$GM^0 = 1,100753001$ m

### INTACT STABILITY CODE

1	$e_{0-30} \geq 0.055$ m.rad = <b>Accepted</b>
2	$e_{0-40} \geq 0.09$ m.rad = <b>Accepted</b>
3	$e_{30-40} \geq 0.03$ m.rad = <b>Accepted</b>
4	$h_{30} \geq 0.2$ m = <b>Accepted</b>
5	GZ Max at $\phi \geq 25^\circ$ = <b>Accepted</b>
6	$GM^0 \geq 0.15$ m = <b>Accepted</b>

### BKI RULES FOR SMALL VESSEL UP TO 24 M

1	$GM^0 \geq 0.35$ m = <b>Accepted</b>
2	$h_{30} \geq 0.2$ m = <b>Accepted</b>
4	$e_{0-30} \geq 0.055$ m.rad = <b>Accepted</b>

# STABILITAS KAPAL PENUH

1 feet= 0,3048

m GZ Table (feet)

Ship Particulars	
L	29,101
B	11,870
Bw	11,870
H	9,350
DM	5,413
SF	0,000
SA	0,000
Δ0	14,175
Ld	13,123
d	7,218
CB	0,265
Cw	0,787
CX	0,376
CPV	0,337
Value From Graphic	
h0	0,292
f(0) =	0,293
f(0.5) =	0,271
f(1) =	0,225
h1	0,524
f(0) =	0,526
f(0.5) =	0,519
f(1) =	0,514
h2	0,541
f(0) =	0,449
f(0.5) =	0,460
f(1) =	0,470
CI	0,054
CI'	0,099
Calculation	
A0	271,880
Am	41,721
A3	0,000
D-Dm	0,000
D	5,413
F	3,937
A1	274,599
ΔT	44,911
δ	8,280
A2	154,385
Cw'	0,980
CPV"	0,858
Cw"	1,068
Cx'	1,377
Cpv'	1,057
KG	5,512
F1	-0,119
KG'	4,370
F0	0,018
KB0	3,833
GB0	0,537
GG'	-1,142
F2	4,428
GB90	4,51618
B0M0	5,290
G'M0	4,753
BM90	2,323
G'M90	-2,193
b1	4,260
b2	0,320
b3	-0,841
GM0	3,611

φ	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
GG' sin φ	0,000	-0,100	-0,198	-0,296	-0,391	-0,483	-0,571	-0,655	-0,734	-0,807
b1 sin 2 φ	0,000	0,740	1,457	2,130	2,738	3,263	3,689	4,003	4,195	4,260
b2 sin 4 φ	0,000	0,109	0,206	0,277	0,315	0,315	0,277	0,206	0,109	0,000
b3 sin 6 φ	0,000	-0,421	-0,728	-0,841	-0,728	-0,421	0,000	0,421	0,728	0,841
GZ	0,000	0,329	0,736	1,270	1,934	2,675	3,395	3,974	4,299	4,294
φ	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
GG' sin φ	-0,875	-0,935	-0,989	-1,035	-1,073	-1,103	-1,125	-1,138	-1,142	
b1 sin 2 φ	4,195	4,003	3,689	3,263	2,738	2,130	1,457	0,740	0,000	
b2 sin 4 φ	-0,109	-0,206	-0,277	-0,315	-0,315	-0,277	-0,206	-0,109	0,000	
b3 sin 6 φ	0,728	0,421	0,000	-0,421	-0,728	-0,841	-0,728	-0,421	0,000	
GZ	3,939	3,283	2,423	1,493	0,622	-0,091	-0,602	-0,928	-1,142	

Tabel GZ (metre)

φ	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
GG' sin φ	0,000	-0,030	-0,060	-0,090	-0,119	-0,147	-0,174	-0,200	-0,224	-0,246
b1 sin 2 φ	0,000	0,225	0,444	0,649	0,835	0,995	1,124	1,220	1,279	1,298
b2 sin 4 φ	0,000	0,033	0,063	0,084	0,096	0,096	0,084	0,063	0,033	0,000
b3 sin 6 φ	0,000	-0,128	-0,222	-0,256	-0,222	-0,128	0,000	0,128	0,222	0,256
GZ	0,000	0,100	0,224	0,387	0,590	0,815	1,0349	1,211	1,310	1,309
φ	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
GG' sin φ	-0,267	-0,285	-0,301	-0,315	-0,327	-0,336	-0,343	-0,347	-0,348	
b1 sin 2 φ	1,279	1,220	1,124	0,995	0,835	0,649	0,444	0,225	0,000	
b2 sin 4 φ	-0,033	-0,063	-0,084	-0,096	-0,096	-0,084	-0,063	-0,033	0,000	
b3 sin 6 φ	0,222	0,128	0,000	-0,128	-0,222	-0,256	-0,222	-0,128	0,000	
GZ	1,201	1,001	0,739	0,455	0,189	-0,028	-0,183	-0,283	-0,348	

## Area Under The Righting Lever Curve

$$h = 5 / (180 / \pi)$$

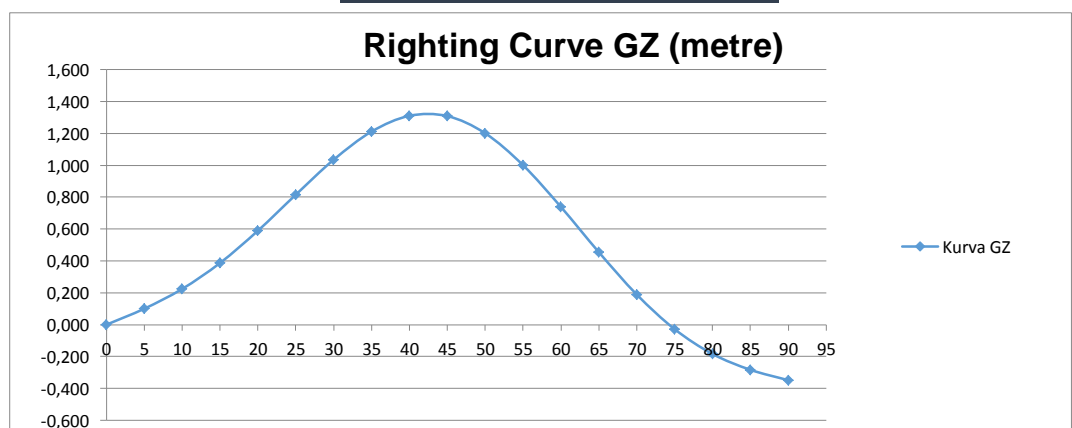
$$= 0,087$$

Degree	A(ft.rad)	A(m.rad)
0° - 10°	0,060	0,018
10° - 20°	0,226	0,069
20° - 30°	0,466	0,142
30° - 40°	0,686	0,209
0 - 40°	1,438	0,438

Degree of maximum value of GZ
maximum value of GZ from degree 0-90
1,310
Maximum value on column
9
Degree of maximum value of GZ
40

Point	
X1	35
X2	40
X3	45
Y1	1,211
Y2	1,310
Y3	1,309

Point of Maximum value of GZ					
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
35	40	45	1,2114	1,3104	1,3087
Matrix			Invers Matrix		
1	35	1225	36	-63	28
1	40	1600	-1,7	3,2	-1,5
1	45	2025	0,02	-0,04	0,02
Result Matrix multiplication			θ <sub>max</sub>		
a	b	c	[ X° ]		
-2,300	0,171	-0,002	42		



## KRITERIA UNTUK KAPAL KOSONG

### INTACT STABILITY CODE

1	The area under the righting lever curve (GZ curve) should not be less than 0.055 metre-radians up to $\theta = 30^\circ$ angle of heel
2	The area under the righting lever curve (GZ curve) not less than 0.09 metre-radians up to $\theta = 40^\circ$
3	and $40^\circ$ should not be less than 0.03 metre-radians.
4	The righting lever GZ should be at least 0.20 m at an angle of heel equal to or greater than $30^\circ$ .
5	The maximum righting arm should occur at an angle of heel preferably exceeding $30^\circ$ but not less than $25^\circ$ .
6	The initial metacentric height $GM_0$ should not be less than 0.15 m.

### BKI RULES FOR SMALL VESSEL UP TO 24 M

Craft with scantling length  $L > 10,00$  m decked craft

1	GM 0.35 m
2	righting lever at 30 inclination 0,20 m
3	stability range 60 (not for multi hull craft)
4	area under lever arm curve up to 30 inclination $> 0,055$ mrad
5	turning circle angle of heel 12 , to be determined by turning trials

### ACTUAL CONDITION

1	$e_0^{0-30^\circ} = 1,080740586$ m.rad
2	$e_0^{0-40^\circ} = 1,751033441$ m.rad
3	$e_{30}^{0-40^\circ} = 0,670292855$ m.rad
4	$h_{30}^{0^\circ} = 5,342402742$ m
5	GZ Max at $\phi = 29,412^\circ$
6	$GM^0 = -0,975023638$ m

### INTACT STABILITY CODE

1	$e_0^{0-30^\circ} \geq 0.055$ m.rad = <b>Accepted</b>
2	$e_0^{0-40^\circ} \geq 0.09$ m.rad = <b>Accepted</b>
3	$e_{30}^{0-40^\circ} \geq 0.03$ m.rad = <b>Accepted</b>
4	$h_{30}^{0^\circ} \geq 0.2$ m = <b>Accepted</b>
5	GZ Max at $\phi \geq 25^\circ$ = <b>Accepted</b>
6	$GM^0 \geq 0.15$ m = <b>Rejected</b>

### BKI RULES FOR SMALL VESSEL UP TO 24 M

1	$GM^0 \geq 0.35$ m = <b>Rejected</b>
2	$h_{30}^{0^\circ} \geq 0.2$ m = <b>Accepted</b>
4	$e_0^{0-30^\circ} \geq 0.055$ m.rad = <b>Accepted</b>

# STABILITAS KAPAL KOSONG

1 feet= 0,3048 m      Displacement = 13,052 KG      Displacement in KG = 1,742

## Ship Particulars

L	21,371
B	2,413
Bw	2,413
H	9,350
DM	4,751
SF	0,000
SA	0,000
Δ0	12,846
Ld	13,123
d	7,218
CB	0,941
Cw	0,990
CX	0,999
CPV	0,950

## Value From Graphic

h0	0,482
f(0) =	0,480
f(0.5) =	0,485
f(1) =	0,489
h1	23,980
f(0) =	25,037
f(0.5) =	21,313
f(1) =	18,662
h2	-84,642
f(0) =	27,728
f(0.5) =	23,638
f(1) =	20,648
CI	0,086
CI'	53,215

## Calculation

A0	51,045
Am	22,544
A3	0,000
D-Dm	0,000
D	4,751
F	4,600
A1	51,555
ΔT	19,588
δ	-3,052
A2	99,495
Cw'	0,980
CPV''	2,855
Cw''	4,216
Cx'	2,934
Cpv'	2,799
KG	5,716
F1	-0,003
KG'	-83,349
F0	0,205
KB0	2,460
G'B0	-85,809
GG'	-89,066
F2	18,605
G'B90	-77,91729
B0M0	0,058
G'M0	85,867
BM90	272,374
G'M90	350,291
b1	17,141
b2	54,520
b3	-27,749
GM0	-3,199

## GZ Table (feet)

φ	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
GG' sin φ	0,000	-7,763	-15,466	-23,052	-30,462	-37,641	-44,533	-51,086	-57,250	-62,979
b1 sin 2 φ	0,000	2,977	5,863	8,571	11,018	13,131	14,845	16,108	16,881	17,141
b2 sin 4 φ	0,000	18,647	35,045	47,215	53,691	53,691	47,215	35,045	18,647	0,000
b3 sin 6 φ	0,000	-13,875	-24,031	-27,749	-24,031	-13,875	0,000	13,875	24,031	27,749
GZ	0,000	-0,014	1,410	4,985	10,216	15,307	17,528	13,941	2,309	-18,088
φ	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
GG' sin φ	-68,228	-72,958	-77,133	-80,721	-83,694	-86,031	-87,712	-88,727	-89,066	
b1 sin 2 φ	16,881	16,108	14,845	13,131	11,018	8,571	5,863	2,977	0,000	
b2 sin 4 φ	-18,647	-35,045	-47,215	-53,691	-53,691	-47,215	-35,045	-18,647	0,000	
b3 sin 6 φ	24,031	13,875	0,000	-13,875	-24,031	-27,749	-24,031	-13,875	0,000	
GZ	-45,963	-78,021	-109,504	-135,156	-150,399	-152,425	-140,926	-118,272	-89,066	

## Tabel GZ (metre)

φ	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
GG' sin φ	0,000	-2,366	-4,714	-7,026	-9,285	-11,473	-13,574	-15,571	-17,450	-19,196
b1 sin 2 φ	0,000	0,907	1,787	2,612	3,358	4,002	4,525	4,910	5,145	5,225
b2 sin 4 φ	0,000	5,684	10,682	14,391	16,365	16,365	14,391	10,682	5,684	0,000
b3 sin 6 φ	0,000	-4,229	-7,325	-8,458	-7,325	-4,229	0,000	4,229	7,325	8,458
GZ	0,000	-0,004	0,430	1,519	3,114	4,666	5,3424	4,249	0,704	-5,513
φ	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
GG' sin φ	-20,796	-22,238	-23,510	-24,604	-25,510	-26,222	-26,735	-27,044	-27,147	
b1 sin 2 φ	5,145	4,910	4,525	4,002	3,358	2,612	1,787	0,907	0,000	
b2 sin 4 φ	-5,684	-10,682	-14,391	-16,365	-16,365	-14,391	-10,682	-5,684	0,000	
b3 sin 6 φ	7,325	4,229	0,000	-4,229	-7,325	-8,458	-7,325	-4,229	0,000	
GZ	-14,009	-23,781	-33,377	-41,195	-45,842	-46,459	-42,954	-36,049	-27,147	

## Area Under The Righting Lever Curve

$$h = \frac{5}{180 \pi}$$

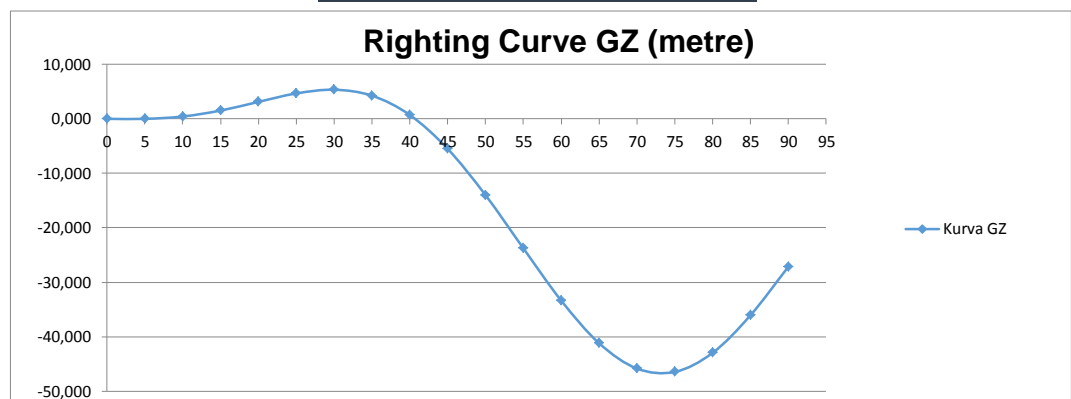
$$= 0,087$$

Degree	A(ft.rad)	A(m.rad)
0° - 10°	0,039	0,012
10° - 20°	0,918	0,280
20° - 30°	2,588	0,789
30° - 40°	2,199	0,670
0 - 40°	5,745	1,751

Degree of maximum value of GZ
maximum value of GZ from degree 0-90
5,342
Maximum value on column
7
Degree of maximum value of GZ
30

Point
X1 25
X2 30
X3 35
Y1 4,666
Y2 5,342
Y3 4,249

Point of Maximum value of GZ					
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
25	30	35	4,6656	5,3424	4,2492
Matrix			Invers Matrix		
1	25	625	21	-35	15
1	30	900	-1,3	2,4	-1,1
1	35	1225	0,02	-0,04	0,02
Result Matrix multiplication			θmax		
a	b	c	[ X° ]		
-25,268	2,082	-0,035	29		

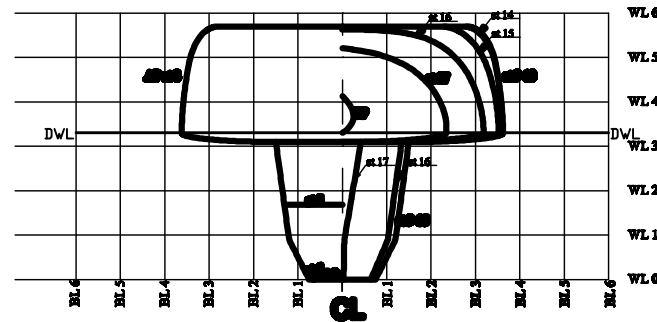


# Lampiran B - 1

**TABLE OF WATER LINE**

Station	0	1	2	3	DWL	4	5	6
AP	-	-	-	-	1.801	2.789	1.704	2.430
1	-	-	-	-	1.801	2.789	1.704	2.430
2	-	-	-	-	1.801	2.789	1.704	2.430
3	-	-	-	-	1.801	2.789	1.704	2.430
4	-	-	-	-	1.801	2.789	1.704	2.430
5	-	-	-	-	1.801	2.789	1.704	2.430
6	-	-	-	-	1.801	2.789	1.704	2.430
7	0.375	0.606	0.624	0.742	1.801	2.789	1.704	2.430
8	0.375	0.606	0.624	0.742	1.801	2.789	1.704	2.430
9	0.375	0.606	0.624	0.742	1.801	2.789	1.704	2.430
10	0.375	0.606	0.624	0.742	1.801	2.789	1.704	2.430
11	0.375	0.606	0.624	0.742	1.801	2.789	1.704	2.430
12	0.375	0.606	0.624	0.742	1.801	2.789	1.704	2.430
13	0.375	0.606	0.624	0.742	1.801	2.789	1.704	2.430
14	0.375	0.606	0.624	0.742	1.801	2.789	1.704	2.430
15	0.375	0.606	0.624	0.742	1.801	2.789	1.704	2.430
16	0.375	0.606	0.624	0.742	1.801	2.789	1.704	2.430
17	0.017	0.036	0.042	0.049	1.801	2.789	1.704	2.430
FF	-	-	-	-	0	0.073	0.515	1.65

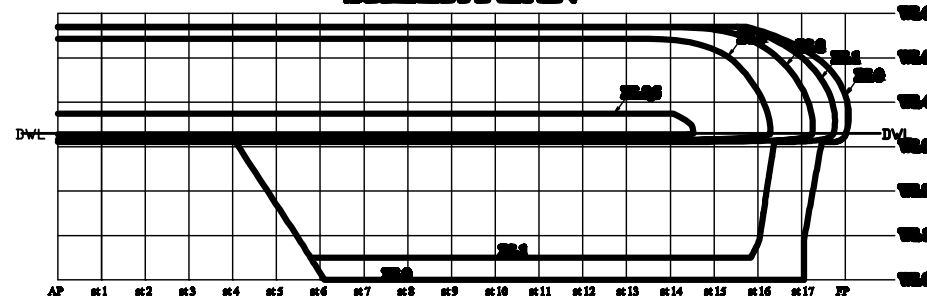
## BODY PLAN



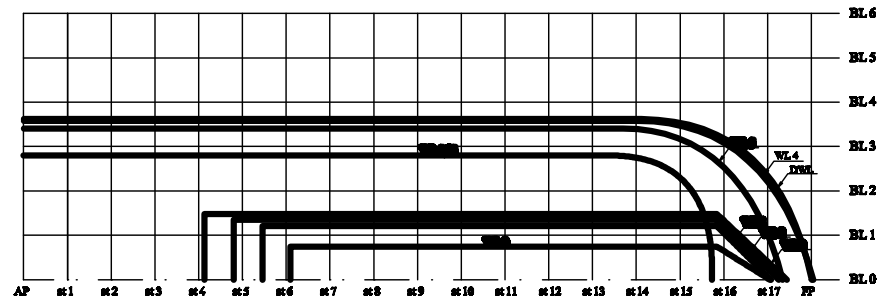
**TABLE OF BUTTOCK LINE**

Station	0	1	2	3	4	DWL
AP	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
1	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
2	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
3	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
4	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
5	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
6	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
7	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
8	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
9	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
10	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
11	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
12	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
13	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
14	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
15	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
16	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
17	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850
FF	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850	1.530 & 2.850

## SHEER PLAN



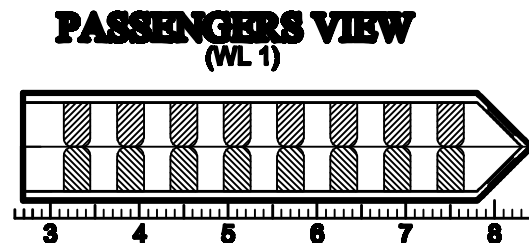
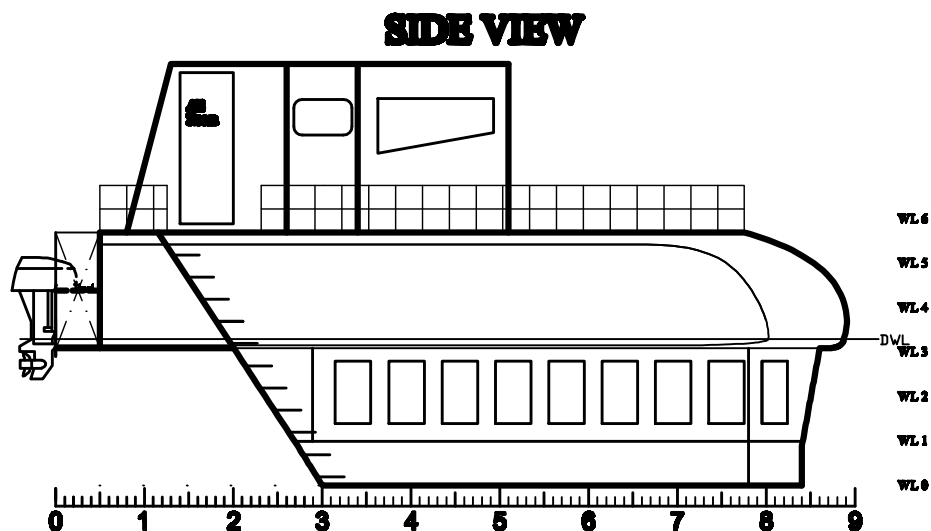
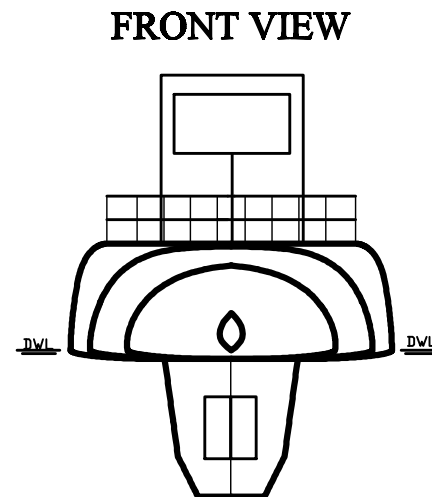
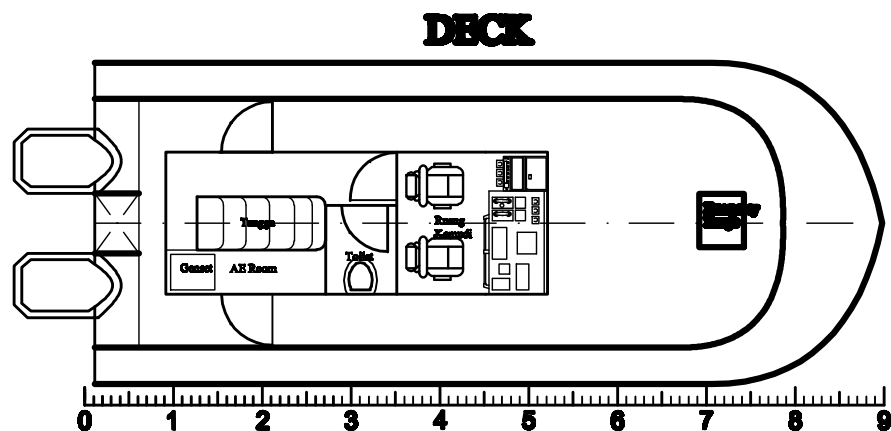
## HALF BREADTH PLAN



SHIP CHARACTERISTICS	
PRINCIPAL DIMENSIONS	
LENGTH OVERALL (m)	2.200
BREADTH OVERALL (m)	2.210
DEPTH (m)	2.200
DRAFT (m)	1.800
SERVICE SPEED (Kts)	7
CREW	2
PASSENGERS	10

	DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY		
	<b>KM CERIA</b>		
<b>Line Plan</b>			
Scale = 1 : 50 Drawn by = Hedy Artha Nurhidayah M.Sc. Approved by = R. Hedy Artha Nurhidayah M.Sc.	Signature	Date Jun 2016 Jun 2016	Note NRP : 4110 100 086

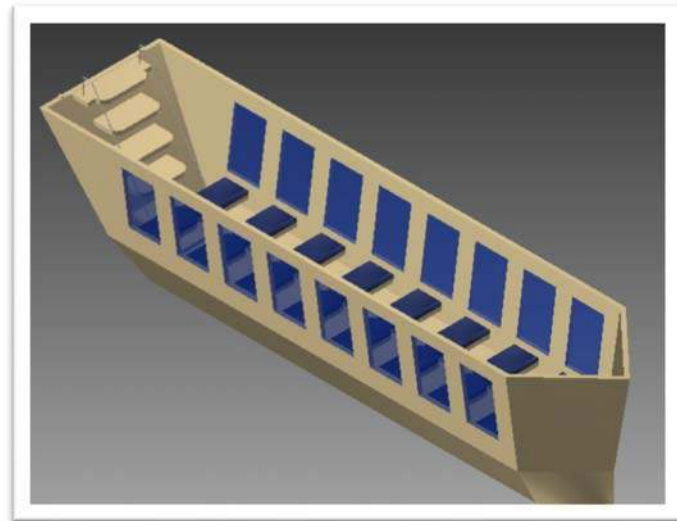
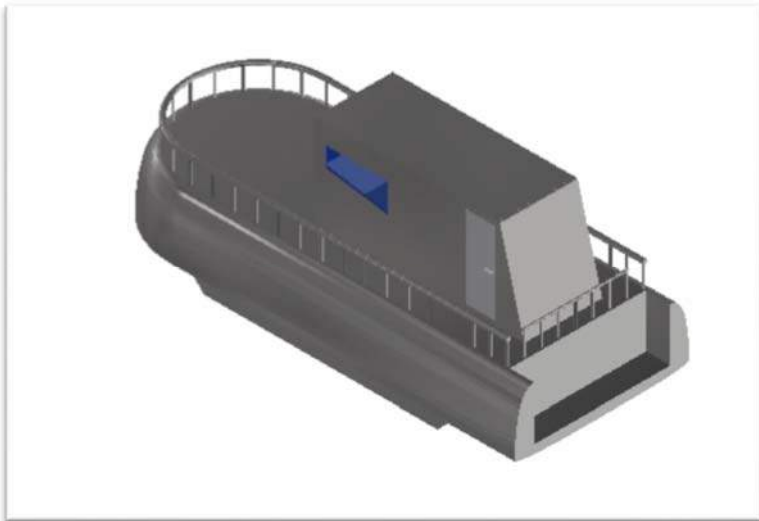
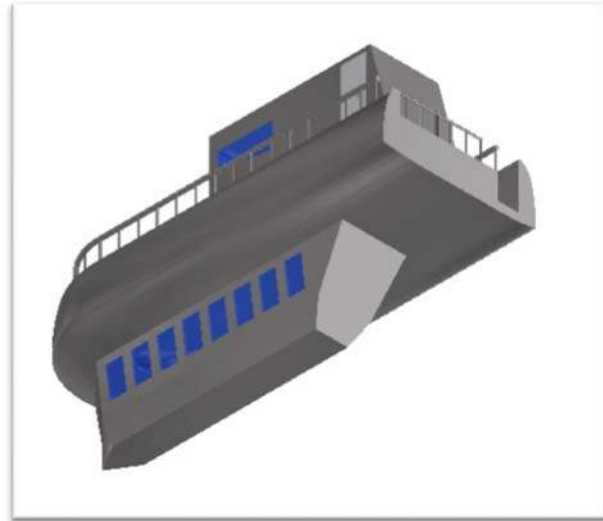
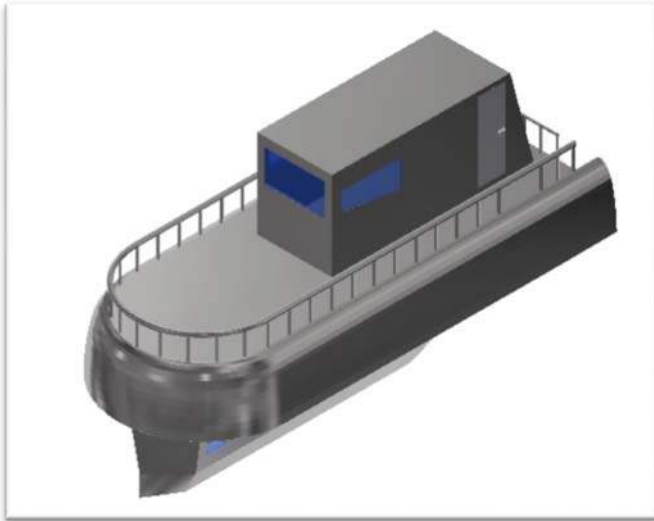
# Lampiran C - 1



SHIP CHARACTERISTICS	
PRINCIPAL DIMENSIONS	
LENGTH OVERALL (m)	9.200
BREADTH OVERALL (m)	2.810
DEPTH (m)	2.800
DRAFT (m)	1.800
SERVICE SPEED (Kts)	7
CREW	8
PASSENGERS	10

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY			
<b>KM CERIA</b>			
<b>General Arrangement</b>			
Scale	1 : 50	Signature	Date
Drawn by	M. Hidayat Kurniawan	Date	June 2016
Approved by	Dr. Hedy Artha Kurniawan M. Sc.	Date	June 2016
		NRP : 4110 100 086	

Lampiran D - 1





## BIODATA PENULIS



Hiddali Kaisar Karnain, lahir di Padang 25 Maret 1992. Penulis merupakan anak ke 3 dari 4 bersaudara dalam keluarga. Menempuh wajib belajar Sembilan tahun pada 1998-2004 di SDN 05 Padang Pasir Padang, kemudian melanjutkan pendidikannya di SMPN 7 Padang pada 2004-2007 dan melanjutkan pendidikannya lagi di SMAN 1 Padang hingga 2010. Setelah lulus SMA, mengikuti tes SNMPTN hingga akhirnya lolos dan diterima di Jurusan Teknik Perkapalan FTK-ITS.

Saat duduk di bangku sekolah menengah mengikuti organisasi Pecinta Alam sebagai wakil ketua pada periode 2009-2010 dan group musik. Setelah kuliah di ITS, penulis mengikuti kaderisasi di kampus perjuangan dan mengikuti organisasi kedaerahan Ikatan Mahasiswa Minang (IMAMI) Surabaya. Selama berkuliah penulis aktif menjadi anggota di HIMATEKPAL dan IMAMI Surabaya. Pada periode 2013-2014 menjadi Kepala Departement di IMAMI Surabaya. Pernah juga menjadi anggota tim *ad-hoc* amandemen AD/ART IMAMI Surabaya pada periode kepengurusan 2014-2015.

Selain organisai, saat kuliah juga mengikuti beberapa kepanitiaaan kegiatan antara lain anggota sub kegiatan DI SAMPAN 5 Perkapalan (2011), Koordinator EC HIMATEKPAL (2011-2012), Koordinator SC HIMATEKPAL (2012-2013), IC GERIGI ITS (2012), koordinator acara sub kegiatan DI SAMPAN 6 Perkapalan (2012), IC kaderisasi HIMATEKPAL (2013-2015). Juga beberapa pelatihan yang pernah diikuti seperti PKTI (2010), LKMM Pra TD FTK ITS (2010), LKMM TD HIMATEKPAL (2011), dan Kegiatan Pembekalan Wawasan Kebangsaan yang diadakan Badan Kesatuan Bangsa, Politik, dan Perlindungan Masyarakat Kota Surabaya pada tahun 2012.

Email: [iid250392@gmail.com](mailto:iid250392@gmail.com)